



# INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

INDECI – PNUD – PER/02/051

PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES

## MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY



## INFORME FINAL

Consultores:

Ings: Carlos Fernández Baca Vidal- Carlos Loayza Schiaffino- Ruperto Benavente Velásquez- Hector Acurio Cruz

# INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL



## JEFE DEL INDECI

General de División EP "R" Luis Felipe Palomino Rodríguez

## DIRECCIÓN REGIONAL DE DEFENSA CIVIL DE APURIMAC

Tnte. Crnl. EP. "R" César Dalmiro Echegaray Pacheco

## DIRECTOR NACIONAL

## PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES PNUD – PER/02/051

Coronel Ing. EP "R" Ciro Mosqueira Lovon

## ASESOR TÉCNICO PRINCIPAL

Julio Kuroiwa Horiuchi

## ASESOR

Alfredo Perez Galleno

## RESPONSABLE DEL PROYECTO

Alfredo Zerga Ocaña

# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ABANCAY



**Municipalidad Provincial  
de Abancay**

**ALCALDE**

Jose Manuel Campos Cespedes

## **MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY**

El presente documento ha sido elaborado por el equipo técnico que se indica a continuación, cualquier consulta o recomendación puede ser realizada a las direcciones que se indica

## **EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR**

### **(GEOTECNIA-SISMICA)**

(COORDINADOR)

Ing. MSc. Carlos Fernández Baca Vidal

(084) 227631      [cfbv77@yahoo.es](mailto:cfbv77@yahoo.es)

### **(GEOLOGIA)**

Ing. Ruperto Benavente Velasquez

(084) 277672      [ingrbenavente@hotmail.com](mailto:ingrbenavente@hotmail.com)

### **(HIDROLOGIA)**

Ing. Carlos Loayza Schiaffino

(084) 242316      [carloshugoloayza@hotmail.com](mailto:carloshugoloayza@hotmail.com)

### **(CAD-GIS)**

Ing. Hector Acurio Cruz

(084) 262632      [etilsa@yahoo.com](mailto:etilsa@yahoo.com)

APURIMAC - ABRIL - 2007.

## ÍNDICE

### CAPÍTULO 01: GENERALIDADES

	Pág.
1.1 ASPECTOS GENERALES	02
1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	02
1.3 ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN	03
1.4 CLIMA.	03
1.5 ASPECTOS HISTÓRICOS	03
1.5.1 HISTORIA DE ABANCAY / PRE-INCA	03
1.5.2 HISTORIA DE ABANCAY / INCANATO	04
1.5.3 HISTORIA DE ABANCAY / COLONIA - VIRREINATO	04
1.5.4 HISTORIA DE ABANCAY / REPUBLICA	05
1.6 PARQUE ECOLÓGICO DEL AMPAY	05
1.6.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SANTUARIO DEL AMPAY	06
1.6.2 ACCESOS AL SANTUARIO DEL AMPAY	06
1.6.3 PRINCIPALES ATRACTIVOS	06
1.6.4 MIRADORES	07
1.6.5 RECURSOS	07
1.6.6 SERVICIOS CON LOS QUE CUENTA	08
1.7 PLAN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES APURIMAC.	08
1.7.1 ABANCAY	08
1.7.2 ÁREA METROPOLITANA DE ABANCAY	09
1.7.3 ESTRATEGIAS GENERALES DEL PLAN DE PREVENCIÓN.	09
1.7.4 PELIGROS	09
1.7.5 DESLIZAMIENTOS	10
1.8 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	11

### CAPÍTULO 02: CARTOGRAFÍA CAD - GIS

2.1 ASPECTOS GENERALES	13
2.2 METAS DEL ESTUDIO CAD-GIS	14
2.3 DATOS GEOGRÁFICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	14
2.3.1 UBICACIÓN	14
2.3.2 ALTITUD	15
2.3.3 PENDIENTE	15
2.3.4 PUNTO IMPORTANTE	15
2.3.5 RECURSOS UTILIZADOS	15
2.3.5.1 PERSONAL	15
2.3.5.2 EQUIPO UTILIZADO	15
2.3.5.3 SOFTWARE UTILIZADO	16
2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS METAS EJECUTADAS	16
2.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y OTROS	16
2.4.2 ACTUALIZACIÓN DE LA BASE CARTOGRÁFICA	12
2.4.2.1 BASE CARTOGRÁFICA EN FORMATO ANÁLOGO	13
2.4.3 ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS DE PELIGROS	13
2.4.3.1 SISTEMA DE COORDENADAS Y PROYECCIÓN	13
2.4.3.2 GENERACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS	13

## CAPÍTULO 03: GEOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO	15
3.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	16
3.3. ETAPAS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO	16
3.3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE	16
3.3.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO	17
3.3.3 TRABAJOS DE GABINETE	17
3.4. GEOMORFOLOGÍA	18
3.4.1 GEOMORFOLOGÍA LOCAL	18
3.4.1.1 MORFOGÉNESIS	18
3.4.1.2 UNIDADES MORFOLÓGICAS	18
3.4.1.2.1 VALLE PROFUNDO DEL PACHACHACA	18
3.4.1.2.2 LADERAS ALUVIALES DE ABANCAY	19
3.4.1.2.3 LADERAS EMPINADAS - CUENCA INFERIOR Y MEDIA	19
3.4.1.2.4 FONDOS QUEBRADAS TRIBUTARIAS DEL RÍO MARIÑO	19
3.4.1.2.5 ZONA MONTAÑOSA SUPERIOR	20
3.4.1.2.6 ÁREAS GLACIARES	20
VALLE GLACIARIO AMPAY	21
CUENCA LAGUNAR	21
3.5. GEOLOGÍA REGIONAL	22
3.5.1 ESTRATIGRAFÍA	22
3.5.1.1 GRUPO COPACABANA	22
3.5.1.2 GRUPO MITU	22
3.5.1.3 GRUPO PUCARA	24
3.5.2 DEPOSITOS CUATERNARIOS INCOHERENTES	24
3.5.2.1 DEPOSITOS MORRENICOS	24
3.5.2.2 DEPOSITOS ALUVIALES	25
3.5.2.3 DEPOSITOS COLUVIALES	26
3.5.3 ROCAS IGNEAS	26
3.5.3.1 GRANODIORITA QUISAPATA	27
3.5.3.2 MACIZO INTRUSIVO RUNTOCCOCHA	27
3.5.3.3 EDAD Y CORRELACION ESTRATIGRÁFICA	28
3.6. GEOLOGIA LOCAL	29
3.6.1 HIDROGEOLOGÍA	29
3.7. ASPECTOS SÍSMICOS	29
3.7.1 EFECTOS DE LA TECTÓNICA DE PLACAS	30
3.7.2 RIESGO SÍSMICO	32
3.7.3 ANTECEDENTES DE SISMICA EN EL DEPARTAMENTO DE APURIMAC	32
3.7.4 RIESGO SÍSMICO DE APURIMAC	35
3.8. GEODINÁMICA EXTERNA	35
3.8.1 COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS	35
3.8.2 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INESTABLES	36
3.8.2.1 DESLIZAMIENTO COCHA PUMARANRA Y ZONAS ALEDAÑAS	36
3.8.3 ZONAS DE PELIGRO GEOLOGICO-CLIMÁTICO (GEODINÁMICO)	36
3.8.3.1 ZONA DE PELIGRO ALTO	37
3.8.3.2 ZONA DE PELIGRO MEDIO	37
3.8.3.3 ZONA DE PELIGRO BAJO	37
3.8.4 PARÁMETROS DE PROCESOS MORFODINÁMICOS	37
3.8.4.1 DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES	37
3.8.4.2 FLUJOS O CORRIENTES DE BARRO	37
3.8.5 CONDICIONES DE ESTABILIDAD LAGUNAR	38
3.8.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA USPAYCCOCHA	38
3.8.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA ANCASCCOCHA	39
3.8.5.3 CARACTERÍSTICAS - LAGUNA RUNTOCCOCHA Y TRIBUTARIAS	39

## CAPÍTULO 04: HIDROLOGÍA

4.1 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO	42
4.2 CARACTERÍSTICAS HIDRAÚLICAS DEL RÍO MARIÑO	43
4.2.1 ÁREA DE LA CUENCA	43
4.2.2 LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	43
4.2.3 PENDIENTE PROMEDIO	43
4.2.4 HIDROGRAFÍA	43
4.2.5 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA	44
4.2.6 FORMA DE LA CUENCA	45
4.2.7 CLIMATOLOGÍA	45
4.2.8 FISIOGRAFÍA	46
4.2.9 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA CUENCA	46
4.2.10 HIDROGRAFÍA	47
4.2.11 PERFIL LONGITUDINAL	48
4.2.12 ALTURA MEDIA DE LA CUENCA	49
4.2.13 FORMA DE LA CUENCA	50
4.2.14 MODIFICACIONES NATURALES Y/O ARTIFICIALES	50
4.3. CLIMATOLOGÍA DE LA CIUDAD DE ABANCAY	50
4.3.1 TENSIÓN DE VAPOR	51
4.3.2 EVAPORACIÓN	51
4.3.3 HORAS DE SOL	51
4.3.4 HUMEDAD	51
4.3.5 VIENTOS	52
4.3.6 TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES	52
4.3.7 TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSUALES	52
4.3.8 TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES	52
4.3.9 TEMPERATURAS MEDIAS, MÁXIMAS Y MÍNIMAS MENSUALES	52
4.4. PRECIPITACIONES EN LA CIUDAD DE ABANCAY	53
4.4.1 PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES	53
4.4.2 PRECIPITACIONES TOTALES Y MEDIAS MENSUALES – REGISTROS	54
4.4.3 PRECIPITACIONES TOTALES ANUALES	55
4.4.4 PRECIPITACIONES MENSUALES MÁXIMAS DE 24 HORAS	56
4.4.5 PRECIPITACIONES PROMEDIO MENSUALES MÁXIMAS DE 24 HORAS	58
4.5. MODELO HIDROLÓGICO DEL RÍO MARIÑO	58
4.5.1 EVALUACIÓN HIDRAULICA DEL RÍO MARIÑO	59
4.5.1.1 ESTUDIOS DE AFORAMIENTOS	59
4.5.1.2 DISCRETIZACIÓN DE LOS AFORAMIENTOS	60
4.6. GENERACIÓN DE CAUDALES	62
4.6.1 DATOS BÁSICOS PARA CÁLCULO DE GENERACIÓN DE CAUDALES.	62
4.6.2 CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EFECTIVAS	62
4.6.3 PRECIPITACIONES EFECTIVAS RESULTANTES	63
4.6.4 CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS	64
4.6.5 CAUDALES MEDIOS MENSUALES AFORADOS	64
4.6.6 CAUDALES GENERADOS	65
4.6.6.1 CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES GENERADOS	65
4.6.6.2 CAUDALES MEDIOS ANUALES GENERADOS	67
4.6.6.3 CAUDALES MENSUALES GENERADOS (MED - MÁXI – MÍN)	68
4.7. GENERACION DE CAUDALES MAXIMOS PARA PERIODOS EXTENDIDOS	69
4.7.1 GUMBEL	69
4.7.2 MAC - MATH	70
4.7.3 HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO	70
4.7.4 HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR	70
4.7.5 GENERACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PARA T AÑOS DE RETORNO	71
4.8. GENERACIÓN DE CAUDALES MINIMOS PARA PERIODOS EXTENDIDOS	72
4.8.1 MODELO DE GUMBEL	72
4.8.2 GENERACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS PARA T AÑOS DE RETORNO	73
4.9. TRANSPORTE DE MATERIAL SÓLIDO DEL RÍO MARIÑO	74
4.10. RÉGIMEN HIDRÁULICO DEL RÍO MARIÑO	75
4.10.1 TURBULENCIA DEL RÍO MARIÑO	75
4.10.2 TURBULENCIA DE LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL RÍO MARIÑO	76
4.10.3 NUMERO DE FROUDE PARA EL RÍO MARIÑO	77

4.10.4 RÉGIMEN HIDRÁULICO - CUENCA DEL RÍO MARIÑO	77
4.11 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA CUENCA DEL RÍO MARIÑO	78
4.11.1 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO MARIÑO	78
4.11.2 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO HIDRÁULICO	78
4.11.3 ECUACIÓN GENERAL DE DISEÑO	79
4.11.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DESARROLLADOS	79
4.12 CALCULO HIDRAULICO DE AREAS DE INUNDACION - ABANCAY	80
4.12.1 MODELO HIDROLÓGICO PARA LAS CUENCAS DE ABANCAY	80
4.12.2 DETERMINACIÓN DE CUENCAS CON ALTO RIESGO DE INUNDACIÓN	81
4.12.3 CAUDALES MÁXIMOS PARA LAS CUENCAS DE ABANCAY	81
4.12.3.1 GUMBEL	81
4.12.3.2 MAC - MATH	81
4.12.3.3 HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO	81
4.12.3.4 HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR	82
4.12.4. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO - CAUCES ALUVIALES	83
4.12.4.1 ECUACIÓN GENERAL DE DISEÑO	84
4.12.4.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DESARROLLADOS	84
4.12.5 ZONAS URBANAS CON ALTO RIESGO DE INUNDACIÓN	85
4.13 MODELO HIDRAULICO - ALUVION PARA ABANCAY	85
4.13.1 MODELO HIDRÁULICO DE CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL ALUVIÓN	86
4.13.2 PARÁMETROS DESARROLLADOS	86
4.13.3 FUERZA DINÁMICA DEL ALUVIÓN	89
4.13.4 DINÁMICA DE DESPLAZAMIENTO DEL ALUVIÓN CALCULADO	92
4.14 MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE ABANCAY	95
4.14.1 PROYECTOS DE MITIGACION DE LOS PELIGROS CLIMÁTICOS	96
4.14.1.1 PROYECTOS DE MITIGACIÓN A CORTO PLAZO	97
4.14.1.2 PROYECTOS DE MITIGACIÓN A MEDIANO PLAZO	98
4.14.1.3 PROYECTOS DE MITIGACIÓN A LARGO PLAZO	99
4.15 RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO	99
4.15.1 CUENCA DEL RÍO MARIÑO	99
4.15.2 CUENCA DEL RÍO CHINCHICHACA	100
4.15.3 CUENCA DEL RÍO COLCAQUI	103
4.15.4 CUENCA DEL RÍO MARCAHUASI	104
4.15.5 CUENCA DEL RÍO HATUNPATA	105
4.15.6 CUENCA DEL RÍO ÑACCHERO	106
4.15.7 CUENCA DEL RÍO ANISHUAYCO ALÍZAR	107

## **CAPÍTULO 05: GEOTECNIA**

5.1 GEOTECNIA EN DESASTRES NATURALES Y ANTRÓPICOS	109
5.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	109
5.3 MAPA DE TIPOS DE SUELOS	110
5.3.1 LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN GEOTÉCNICA	110
5.3.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS RECOPIADOS	111
5.3.3 DESCRIPCIÓN DE TALUDES Y CORTES	112
5.3.4 EXCAVACIÓN DE CALICATAS	112
5.3.5 DESCRIPCIÓN ESTANDARIZADA DE SUELOS	113
5.3.6 ENSAYOS DE LABORATORIO	114
5.3.7 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	119
5.3.8 SELECCIÓN DE LA NOMENCLATURA	121
5.3.9 CONFECCIÓN DEL PLANO DE TIPOS DE SUELO	121
5.3.9.1 SUELOS FINOS (F)	122
5.3.9.2 ARENAS (S)	122
5.3.9.3 GRAVAS (G)	123
5.3.9.4 ROCA (R)	123
5.4 MAPA DE ESFUERZO ADMISIBLE	123
5.4.1 CAPACIDAD PORTANTE	123
5.4.1.1 CIMENTACIÓN TIPO Y MÉTODO DE CÁLCULO	124
5.4.1.2 ELECCIÓN DE PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO	124
5.4.1.3 ESFUERZO ADMISIBLE	125
5.5 DESLIZAMIENTOS DE TALUDES	128
5.5.1 TIPOLOGÍA DE DESLIZAMIENTOS	129



5.5.2	DISTRIBUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	130
5.5.3	CAUSAS DE LOS MOVIMIENTOS DE VERTIENTE	130
5.5.4	FACTORES DESENCADENANTES.	131
5.5.4.1	AGUA	131
5.5.4.2	SISMOS	132
5.5.5	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	132
5.5.5.1	COMENTARIOS DEL CÁLCULO REALIZADO.	133
5.5.5.2	ANÁLISIS NORMAL (FALLA GENERAL - HUMEDAD NATURAL)	133
5.5.5.3	ANÁLISIS CONSIDERANDO SISMO	134
5.5.5.4	ANÁLISIS CON EFECTOS DEL AGUA	136
5.5.5.5	ANÁLISIS CON FALLA PROGRESIVA	138
5.5.5.6	ACELERACIÓN Y RECORRIDO DE LA MASA DESLIZADA.	138
5.5.6	MAPA DE DESLIZAMIENTOS	139
5.5.6.1	DESLIZAMIENTOS - ANTECEDENTES	140
5.5.6.2	SECTORES CRITICOS	140
5.5.6.3	DESLIZAMIENTO CCOCHA - PUMARANRA	141
5.5.6.3.1	REPORTES - DESLIZAMIENTO CCOCHA PUMARANRA	142
5.5.6.3.2	ANALISIS DEL DESLIZAMIENTO CCOCHA - PUMARANRA	146
5.5.6.4	DESLIZAMIENTO FONAVI – LIMAPATA	149
5.5.6.4.1	DAÑOS DE IMPORTANCIA EN LOS AÑOS RECIENTES	150
5.5.6.5	DESLIZAMIENTO DE CCONCHOPATA	154
5.5.6.6	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS CERRO QUISAPATA	155
5.6	PELIGRO GEOLÓGICO-CLIMÁTICO - HUAYCOS	156
5.6.1	EVALUACIÓN DEL FENÓMENO EMBALSE Y DESEMBALSE	156
5.6.2	NEVADO AMPAY - LAGUNA DE USPAYCOCHA	156
5.6.2.1	LAGUNILLAS GLACIARES SECAS	159
5.6.3	EMBALSE Y DESEMBALSE: CCOCHA – RIO COLCAQUI	159
5.6.4	DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA DEL RÍO MARCAHUASI	160
5.7	PELIGRO CLIMÁTICO DE INCENDIOS	161

## CAPÍTULO 06.- PELIGROS MÚLTIPLES

6.1	ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGROS MUTIPLES	164
6.2	ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO	166
6.3	ZONAS DE PELIGRO ALTO	167
6.4	ZONAS DE PELIGRO MEDIO	167
6.5	ZONAS DE MENOS PELIGRO	167
6.6	ANÁLISIS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	168
6.7	TENDENCIA ACTUAL DE LA EXPANSION URBANA	170
6.8	EXPANSIÓN URBANA RECOMENDADA	171

## CAPÍTULO 07.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	CONCLUSIONES	174
7.2	RECOMENDACIONES	177
7.2.1	CORTO PLAZO	177
7.2.2	MEDIANO PLAZO	177
7.2.3	LARGO PLAZO	178
7.3	RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA CIUDAD	179

## ANEXOS

### A1 FICHAS DE PROYECTOS

A1.1	REPTACION FONAVI – MOYOCORRAL	
1.1.1	DRENAJE SUPERFICIAL EN ZONA URBANA	FP-01
1.1.2	DRENAJE PROFUNDO EN ZONA BAJA DEL DESLIZAMIENTO	FP-02
A1.2	CAMBIO DE SISTEMA DE RIEGO EN ZONAS AGRÍCOLAS SUPERIORES	FP-03
A1.3	CONSERVACIÓN DE FLORA NATIVA EN PARQUE NATURAL	FP-04
A1.4	SECTOR CCOCHA PUMARANRA	
1.4.1	CAMBIO DEL CANAL DE RIEGO POR ENTUBADO ANCLADO	FP-05
1.4.2	PROTECCIÓN DEL ÁREA – USO RECREACION PASIVA	FP-06
A1.5	RÍO ULLPAHUAYCO	
1.5.1	AMPLIACIÓN DE LA CANALIZACIÓN ULLPAHUAYCO	FP-07

A1.6	CANALIZACIÓN PARA AVENIDAS FRECUENTES Q. CHINCHICHACA	FP-08
A1.7	PROTECCIÓN DE FRANJA EN PELIGRO - RIO COLCAQUI MARIÑO	FP-09
A1.8	CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE GRAN ALTURA	FP-10
A1.9	NUEVO DESARROLLO EN LA CARRETERA PANAMERICANA	FP-11
A1.10	PROTECCIÓN CONTRA DERRUMBE LADERA IZQUIERDA - RÍO MARIÑO	FP-12
A1.11	REUBICACIÓN PROGRESIVA DE INSTITUCIONES ESTRATÉGICAS	FP-13
A1.12	AVENIDAS AMPLIAS EN ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA	FP-14
A1.13	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	
	A1.13.1 LADERA DE MOYOCORRAL ALTO Y LIMAPATA	FP-15
	A1.13.2 LADERA DEL AMPAY ENTRE USPAYCCOCHA Y MAUCALLE	FP-16
A1.14	MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO	
	A1.14.1 MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE FONAVI - MOYOCORRAL	FP-17
	A1.14.2 MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE CCOCHA - PUMARANRA	FP-18
A1.15	ESTACIONES DE AFORO EN RÍO MARIÑO, Y CHINCHICHACA	FP-19
A1.16	IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE ABANCAY	FP-20

## **A2 ANEXO SUELOS**

A2.1	RESUMEN DE RECOPIACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	AS-01
A2.2	RESULTADOS DE DESCRIPCIÓN DE TALUDES Y CORTES	AS-04
A2.3	COMPOSICIÓN ESTIMADA DEL MATERIAL DESCRITO EN TALUDES	AS-06
A2.4	DESCRIPCIÓN DE SUELOS EN CALICATAS	AS-06
A2.5	INSTRUCCIONES PARA EL TRABAJO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS	AS-12
A2.6	HOJA DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS EN CALICATAS MPA	AS-13
A2.7	PREDICCIÓN DE EFECTOS DE DESLIZAMIENTOS	AS-18
A2.8	PREDICCIÓN DE REPRESAMIENTO Y DESEMBALSE ALUVION	AS-19

## **A3 ANEXO TALUDES**

A3.1	CCOCHA – PUMARANRA: CCH-01, CCH-02	AT-01
A3.2	FONAVI – I: FN-01, FN-02	AT-03
A3.3	FONAVI – II: FNII-01, FNII-02	AT-05
A3.4	MOYOCORRAL: GM: MY-GM-01, MY-GM-02	AT-07
A3.5	MOYOCORRAL: MY-01, MY-02	AT-09
A3.6	AYMAS: AY-01, AY-02	AT-11
A3.7	HUAYLLABAMBA: HB-01, HB-01	AT-13
A3.8	ANTABAMBA: AB-01, AB-02,	AT-15
A3.9	CONDEBAMBA: CB-01, CB-02, CB-03, CB-04	AT-17

## **A4 ANEXO INCENDIOS**

A4.1	ACCIONES DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES	AI-01
	A4.1.1 IDEAS GENERALES	AI-01
	A4.1.1.1 EFECTOS EN EL PAISAJE	AI-04
	A4.1.2 OTRAS INFRAESTRUCTURAS PREVENTIVAS	AI-04
	A4.1.2.1 PROTECCIÓN DE URBANIZACIONES	AI-06
	A4.1.2.2 PRECAUCIONES EN CAMPAMENTOS	AI-07
	A4.1.3 PLAN DE DEFENSA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES	AI-07
	A4.1.4 DEFINICIONES	AI-08
	A4.1.5 LAS BASES DE LA PREVENCIÓN	AI-10
	A4.1.6 LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS AL FUEGO	AI-12

## **CAPITULO 01**

# **GENERALIDADES**

## 1.1 ASPECTOS GENERALES

La ciudad de Abancay tiene una larga historia de desastres naturales causados por fenómenos de origen climático y geodinámico, tales como deslizamientos, huaycos, inundaciones, socavación, fríos intensos, incendios en laderas y otros. Muchos de estos fenómenos están asociados al aparato glaciar del nevado Ampay que se encuentra sobre la ciudad. Son conocidos en el ámbito local que sus morrenas han originado pequeñas lagunas que ponen el peligro a la ciudad capital en caso de desborde.

Son eventos conocidos el aluvión de tierra negra ocurrido en 1951 que cobró vidas humanas y puso en zozobra a la ciudad de Abancay, el proceso de reptación de suelos en las laderas de Moyocorral Limapata que produjo daños importantes en las estructuras del conjunto habitacional de FONAVI y alrededores, así como el deslizamiento de Ccocha Pumaranra, ocurrido en febrero del año de 1997 que causó cientos de víctimas.

En general, la sub cuenca del río Mariño donde se emplaza la ciudad de Abancay, es sensible a los procesos de geodinámica externa por la naturaleza de sus suelos, morfología, condiciones climáticas y procesos de crecimiento desordenado de la población tanto como a la inapropiada explotación de recursos naturales.

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de la problemática de los fenómenos naturales y antrópicos, es un aporte a la planificación del crecimiento urbano en armonía con su entorno inmediato rural, del manejo racional de los recursos y del desarrollo sostenible de la ciudad de Abancay. Lo que se pretende es cambiar la tendencia al crecimiento caótico de la ciudad de Abancay; peligrosa para sus habitantes, actuando sobre la seguridad física (para reducir el riesgo) con la finalidad de que sea una ciudad sostenible y competitiva a largo plazo.

## 1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona del estudio tiene la siguiente ubicación política:

Ciudad	: Abancay
Distrito	: Abancay
Provincia	: Abancay
Departamento	: Apurimac

El valle de la ciudad de Abancay se halla ubicado en la sub cuenca del río Mariño, tributario de la cuenca del río Pachachaca. La ciudad situada a una altitud de 2400 m.s.n.m. es la capital política de la Provincia del mismo nombre y del Departamento de Apurimac,

Las altitudes fluctúan desde los 1700 a 5200 m.s.n.m en su punto más alto. La sub cuenca del río Mariño tiene un área de recepción de 230 Km<sup>2</sup> y se halla situado dentro de las siguientes coordenadas geográficas:

13°32'29" a 13°42'20"	Latitud Sur
72°56'14" a 72°43'16"	Longitud Oeste

### 1.3 ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

Desde el punto de vista de la vialidad, Abancay está ubicado en el centro de la vía de transversal Nazca – Puerto Maldonado que conforma la ruta S26.

Desde Lima el acceso vehicular se da mediante vía pavimentada de primer orden en un recorrido de 800 km aproximadamente en un recorrido aproximado de 16 Horas.

Desde Cusco la vía asfaltada tiene un recorrido aproximado de 200 Km. y un tiempo aproximado de viaje en camioneta de 4 hrs 30 minutos.

El acceso a los diferentes barrios, urbanizaciones, asociaciones, áreas de expansión urbana, etc., que conforman la ciudad de Abancay y alrededores, es mediante calles, avenidas, vías asfaltadas, vías afirmadas, trochas y caminos de herradura.

### 1.4 CLIMA.

El valle de Abancay se caracteriza por presentar un clima templado y cálido hacia las zonas bajas próximas al río Pachachaca, así mismo presenta un clima mayormente frío a templado en sus zonas altas. Presenta dos estaciones bien marcadas de acuerdo a la intensidad de lluvias:

Período lluvioso, diciembre a marzo y

Período seco, de abril a noviembre.

### 1.5 ASPECTOS HISTÓRICOS

#### 1.5.1 HISTORIA DE ABANCAY / PRE-INCA

No se sabe con exactitud cuándo llegaron al territorio del actual departamento de Apurímac - Abancay los primeros hombres. Lo más probable, teniendo en consideración la fertilidad y abundancia de recursos naturales que ostentan algunos de estos valles, es que su poblamiento haya sido contemporáneo a sitios como Pampamachay (Junín 6,000 años a.c.)



Los primeros pobladores en las tierras de esta hermosa provincia de Abancay, posiblemente fueron los Quichuas, que vivían en lugares aledaños de los afluentes de los ríos de Apurímac y Pachachaca. En tiempo muy remoto los quichuas habitaban en los valles de Amancay y Andahuaylas, pero fueron hostigados y desalojados por el año 800 por los Chancas y estableciéndose en el ayllu de los Tacmaras y probablemente fundaron los antiguos pueblos de Qorwani y Ninamarca.

Desde ese momento la zona se convirtió en estratégica por causa de las pugnas entre los Aymaras, Quichuas, Chancas e Incas del Cusco. Vidal Samanéz asegura que los primeros pobladores de Apurímac-Abancay, vivieron en agrupaciones pequeñas como: los Pocras, los Soras, los Antahuaylas, los Aymaraes, los Humasuyus y posteriormente la aparición de los Quichuas que habitaron al Noroeste del río Pachachaca. William Prescott y el Inca Garcilazo de la Vega afirmaron que los aymaras fueron ahogados por tribus Quichuas

## 1.5.2 HISTORIA DE ABANCAY / INCANATO



Durante esta época se constituye la primera zona de la región de Contisuyo que abarcaba desde el río Apurímac hasta las cumbres de Huancarama. Aquí habitaba una de las ramas de la gran tribu de los Quichuas cuyos ayllus eran los Chumpihuillcas, Cotocpampas, Huamansuyos y Aymaras. Su centro político posiblemente haya sido Concacha.

Todo el sector de Antahuaylas fue defendido tenazmente por los Chancas durante muchos lustros, mas tarde, durante los reinados de Inca Roka y Wiracocha, después de cruentas luchas fueron vencidos en el ataque al Cusco (En Yahuarpampa). Subyugados por Pachacutec, quien pobló el valle con mitimaes Yungas. Pachacutec dio importancia a Amanccay que dio origen al vocablo Abancay.

Durante el reinado de Tupac Yupanqui se estableció el primer Tampu o Tambo al otro lado del río Apurímac llamado Tampu-Orcco, "Tambo Viril", como base de las futuras conquistas de los huancas, soras, rucanas y xauxas. También cuenta la historia que a Yupanqui le placía pasar sus días de descanso en Chontay: enamorado de su clima, de sus lindas huertas, deliciosas frutas y bellos jardines (Valcárcel).

El Doctor Alejandro Málaga encontró en el archivo de Indias, que los pueblos de Cotarma, Pichirhua y Chalhuaní fueron antiguos pueblos de los Quichuas.

El valle que es denominado "Valle de Abancay o Pachachaca", fue conocido por los incas con el nombre de Aucapana, que significa "valle de los árboles"

## 1.5.3 HISTORIA DE ABANCAY / COLONIA - VIRREINATO



Bosquejadas las diversas etapas por la que pasó el Abancay incaico, pasamos al periodo que comprende desde la conquista hasta los últimos días de la colonia.

La conquista del Perú no se diferencia de otras regiones de América. El imperio de los Incas fue invadido por los españoles, que llegaron a Cajamarca el 15 de Noviembre de 1532. Consumada la muerte del Inca Atahualpa y libre del enemigo, Pizarro emprende viaje al Cusco (Capital del Imperio de los Incas) quien pasando por Andahuaylas y cruzando el río Amancay (Aucapana- Pachachaca) ingresó al valle de Amanccay desde donde sigue hacia Curahuasi, atraviesa el río Apurímac y llega al Cusco el 14 de Noviembre de 1533. Durante la guerra civil entre los conquistadores, en el valle de Amancay se lleva a cabo la batalla de Amanccay el 12 de Julio de 1537, entre pizarristas comandados por Alonso Alvarado y Almagristas por Rodrigo de Orgoñez.

Amancay vuelve a tomar importancia después de la batalla de Amancay con la edificación del primer puente de calicanto en 1654. Algunos soldados españoles entre ellos: Prado Cabrera, Vasco de Guevara, Diego de Istrinigo, Juan López de Iturizaga y Hernán Bravo de Laguna se quedaron y fijaron su residencia en la acogedora y fructífera campiña de Amanccay; encontraron tierras despobladas y sin dueño, fundándose entonces las haciendas Pachachaca, Patibamba, Condebamba e Illanya, las que ocupaban prácticamente todo el valle y rodeaban al tambo antiguo de los incas

y los pueblos de Qorhuani y Ninamarca y las establecieron como el centro español. Así aparece en la Ordenanza de tambois del 31 de marzo de 1543 dictada por Baca de Castro

#### 1.5.4 HISTORIA DE ABANCAY / REPUBLICA



El 21 de Junio de 1825 durante la organización de la república, se fundó la ciudad capital de la provincia de Abancay. El 29 de Agosto de 1834 siendo presidente el General Luís José Orbegoso, en la convocatoria a elecciones constan como provincias, Abancay, Aymaraes y Cotabambas como integrantes del Departamento del Cusco.

Durante el Gobierno de Andrés de Santa Cruz, por Decreto del 23 de agosto de 1838, para formar la provincia de Anta, fue segregada la extensa provincia de Abancay. Según este decreto se compuso de las siguientes fracciones: Abancay, Curahuasi, Huanipaca, Lambrama, Circa, Huancarama y el pueblo de Collpa. Por ley del 19 de Noviembre de 1839 la Provincia de Abancay se integra de las siguientes parroquias: Abancay, Circa, Lambrama, Pichirhua, Lucuchanga y Cotarma.

Por Ley del 28 de Abril de 1873 pasó a formar parte del Departamento de Apurímac, su capital la Villa de Abancay.

Para la elevación de Abancay de villa a rango de ciudad, el diputado Apurimeño Benjamín Herencia Zevallos presentó un proyecto que fue apoyado por los diputados José Manuel Ocampo, Rufino Montesinos y el Dr. La Torre (Representante del Cusco), quienes fundamentaron a favor de que Abancay fuese la capital del Departamento de Apurímac; contrariamente fundamentaron los Diputados Samanez de Andahuaylas y Carranza de Ayacucho, habiendo ganado la primera propuesta por mayoría.

En la sesión de 28 de Octubre fue aprobado sin debate el dictamen de Ley que eleva a Ciudad la Villa de Abancay, siendo elevada a la cámara de Senadores y aprobada casi inmediatamente luego promulgada por el Ejecutivo el 3 de Noviembre de 1874 como ciudad Abancay Capital del Departamento de Apurímac.

#### 1.6 PARQUE ECOLÓGICO DEL AMPAY

El Santuario Nacional del Ampay es un área natural protegida de 3,635.5 Has. Ubicada al norte de la ciudad de Abancay. Comprende 1,081 Ha. de bosques naturales, 2,536 Ha. de pastos y roquedales y 12 Ha. de superficies de cuerpos de agua. El sistema ecológico del Ampay presenta diversas asociaciones vegetales con características propias de temperatura, pluviosidad y humedad atmosférica; el santuario presenta 10 zonas de vida donde destacan el bosque húmedo montano subtropical, el páramo húmedo subalpino subtropical, la tundra pluvial alpino subtropical y el nivel subtropical.



Foto – 01: Laguna de Uspaycocha.

### 1.6.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SANTUARIO DEL AMPAY.



Foto – 02: Estalactitas en ladera del Nevado Ampay.

Geográficamente el Santuario se ubica entre los 13° 36'19" y 13° 33'19" L.S. y los 72° 51'09" y 72° 54'05" L.O. del flanco sur del nevado Ampay, la misma que forma parte de la cordillera del Vilcabamba. Políticamente pertenece al Distrito de Tamburco.

### 1.6.2 ACCESOS AL SANTUARIO DEL AMPAY.

El ingreso al Santuario del Ampay puede realizarse desde diferentes lugares (Abancay, Tamburco, Huanipaca y Cachora). Partiendo del centro de Abancay, es preciso dirigirse hasta Arcopunco ubicado en el sector de Maucacalle km. 2,8 de la carretera Abancay-Cusco; luego se ingresa a través de una trocha carrozable en la margen derecha del riachuelo Sawanay hasta la Estación Ecológica, a partir de este punto se inicia el ascenso por el camino de herradura que, atravesando el bosque y las lagunas, conduce hasta el nevado del Ampay, Apu

tutelar de la zona, que da su nombre a toda el área.

El Glaciar del Ampay, que se extiende entre los 5,000 y 5,235 msnm. es uno de los atractivos más importantes; el glaciar de nieves perpetuas, dominado por su espectacular estructura rocosa, presenta caprichosas formaciones naturales y cavernas con estalactitas que brindan un impresionante paisaje nival. En la parte posterior del glaciar, en las lenguas de nieve se practica el andinismo. El macizo del Ampay se formó con el levantamiento de los Andes en el cuaternario.



Foto – 03: Abra de Cconlloccasa.

### 1.6.3 PRINCIPALES ATRACTIVOS

El bosque de intimpas (*Podocarpus glomeratus* Don), la más impresionante y única formación de bosque húmedo se encuentra entre los 2,800 y 3,800 msnm. del Santuario Nacional de Ampay, la temperatura media anual es de 12,4° C con precipitaciones anuales de 1,119 mm. El bosque ocupa una extensión de 597,88 Ha y está dominado por la vegetación arbustiva y arbórea donde destaca la intimpa o "Arbol del Sol" que es la especie de mayor importancia que, lamentablemente, se encuentra en proceso de extinción.



Foto – 04 Laguna de Uspaycocha.





Foto – 05: Vista lateral de la Laguna de Uspaycocha.

Las lagunas del santuario constituyen uno de los atractivos de gran interés, entre las principales se cuenta a la laguna de Angascocha (3,200 msnm.) en pleno bosque de intimpas y una gran variedad de flora y fauna silvestre; la laguna de Uspacocha (3,750 msnm.) la forma de la laguna y la deposición del material hace referencia a la última glaciación del nevado Ampay; las lagunas de Tornoccocha, Huillcaccocha y Chaquiccocha constituyen también atractivos de excelente factura por su cercanía al glaciar. El bosque de piedras, Formación geológica de rocas volcánicas del paleozoico superior e inferior y depósitos

sueltos del cuaternario, donde se pueden observar fósiles marinos como los braquiópodos, corales, fusilinas y vegetales fosilizados como helechos, cortezas de arboles y algas marinas incrustadas en las rocas. Sobre la laguna de Angascocha y al finalizar el bosque de intimpas se encuentra la gran Caverna del Ampay, que data de tiempos precolombinos y presenta 5 pisos subterráneos, en el último de estos se aprecia un gran salón; en el lugar fueron hallados restos cerámicos y osamentas de antiguos peruanos. En el sector denominado Karkatera se pueden apreciar también tumbas precolombinas.

#### 1.6.4 MIRADORES.

Los principales miradores son los de: Chuyllurpata (3,200 msnm.) a 1,020 metros de la Estación Ecológica y ofrece una vista panorámica de la ciudad de Abancay; Tuturpampa (3,500 msnm.) en pleno bosque de intimpas; Muyumonte (3,720 msnm.), a 1,650 metros de la laguna de Ankascocha permite visualizar el bosque en toda su magnitud y la laguna mencionada; Salviyayoc (3,370 msnm.) a 580 metros de la laguna Ankascocha que ofrece la visión del bosque tupido hacia la quebrada de Nacchero; Abra de Ritywaqtana (4,950 msnm.) a 2,370 metros de la laguna de Tornoccocha permite observar de frente y en toda su magnitud el nevado Ampay y hacia la parte baja tres lagunillas en formación, el conjunto es un escenario natural impresionante.



Foto – 06: Mirador de Chuyllurpata.

#### 1.6.5 RECURSOS.

Los principales recursos del santuario son los naturales. La diversidad de formas vegetales se encuentran desde los 2,900 a 4,950 msnm. La flora del Ampay ha sido estudiada y los especímenes registrados alcanzan a 701, destacando las begonias, orquídeas y bomareas (ampayesana). Al lado Oeste del Santuario hacia el sector de Huanipaca se observa una Catarata de singular belleza escénica que es producto del desfogue de aguas de la laguna Uspacocha. Los mamíferos han sido poco estudiados, el último registro es el que presenta Zeballos (1995) y da cuenta de 23 especies silvestres, 21 nativas y 2 introducidas. donde destacan el venado de cola blanca (en extinción), el osjollo (gato montés), el zorro andino y el puma concolor. Las aves registradas en el santuario Nacional del Ampay son del orden de 125 destacando

el picaflor Metallura thyriantina, el Colibrí coruscans, el furnarido Cranioleuca albicapilla y el Tyrannido Ochoeca rufipectoralis, además del ave endémica sinalexix courseni Blake.

### 1.6.6 SERVICIOS CON LOS QUE CUENTA.

Al interior del Santuario se cuenta con servicios básicos para los visitantes, debido a que el área reservada se encuentra en proceso de zonificación, los servicios son los siguientes: Lugares de descanso, los principales son los de la Estación Ecológica (Edificación con todos los servicios básicos y área de 180 m<sup>2</sup>), la pampa de Ancascococha (2,400 m<sup>2</sup> de área libre), Tuturpampa (150 m<sup>2</sup> de área libre), Tornocococha (180 m<sup>2</sup>), Willcaccococha (300 m<sup>2</sup> de área libre).



Foto – 07 Laguna de Uspaycocha.

Áreas de campamento, Manante cerca de la laguna de Uspacococha con un área de 1,200 m<sup>2</sup>, Tornocococha (campamento alternativo) en la laguna del mismo nombre y en un área de 180 m<sup>2</sup>, Rytiwactana en la laguna del mismo nombre y con un área de 450 m<sup>2</sup>. Señalización y seguridad, En el Santuario Nacional del Ampay existe un sistema de señalización que permite orientar adecuadamente a los visitantes

También prestan servicios guardabosques (estatales y privados) equipados con radios portátiles. Los servicios necesarios para estadías más prolongadas y futuras inversiones se encuentran en Abancay (Capital Departamental), así como en Tamburco (Capital distrital) ciudades próximas al Santuario. Estos servicios son: Medios de comunicación vía satélite (Telefonía, Internet, radio y Televisión). Servicios médicos (Hospital, Postas Sanitarias, Clínicas privadas, y Consultorios médicos particulares). Servicios de saneamiento (agua y desagüe), Servicios de seguridad (policía), Servicios de alojamiento y hospedaje.

### 1.7 PLAN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES APURIMAC.

El plan de prevención y atención de desastres de Apurimac contiene información importante referida a los peligros que amenazan a la ciudad y otros datos técnicos que se contribuyen a focalizar y entender el problema que motiva el presente estudio.

Tabla: GN - O1.- Población total y tasas de crecimiento

PROVINCIA	Población				T.C. Intercensal (%)	Población		T.C. (%)
	1981	%	1993	%	(81 - 93)	2000	%	(93 - 00)
Abancay	65787	19.18	98171	24.83	3.39	118708	26.50	2.75

#### 1.7.1 ABANCAY

Capital del Departamento de Apurimac, cuenta con 61,449 habitantes para el año 2000, y tiene una tasa de crecimiento de 3.90% anual, la mas alta de la Región y superior al promedio nacional además, en ella se conjuncionan el centro urbano de Tamburco

formando una sola ciudad.

### **1.7.2 ÁREA METROPOLITANA DE ABANCAY**

El nodo de mayor importancia de la Región es la ciudad de Abancay Integrada por el área urbana de los distritos de Abancay y Tamburco que en conjunto concentran la mayor población urbana de la Región (61,449 habitantes) y al mismo tiempo tienen la mayor tasa de crecimiento urbano de la Región 3.90%.

### **1.7.3 ESTRATEGIAS GENERALES DEL PLAN DE PREVENCIÓN**

1. Fomentar la estimación de riesgos a consecuencia de los peligros Geológicos, Geológico Climáticos y Climáticos tanto naturales como antrópicos.
2. Impulsar las actividades de prevención y reducción de riesgos.
3. Fomentar la incorporación del concepto de prevención en la planificación del desarrollo.
4. Mejorar y optimizar los sistemas de comunicación y alerta temprana.
5. Fomentar la participación y capacitación comunitaria para la prevención de desastres.
6. Optimizar la respuesta a las emergencias y desastres.
7. Fomentar el fortalecimiento institucional

### **1.7.4 PELIGROS**

El hombre desde los comienzos de la humanidad se asentó en zonas cercanas a ríos y pie de montañas o zonas llanas buscando bienestar por que las zonas bajas eran y son fértiles, sin tomar en cuenta que las fuerzas de la naturaleza producen peligros con daños irreparables, como las intensas lluvias y fuertes vientos.

El trabajo de prevención ante los desastres naturales a pesar de los problemas económicos constituye un modesto ejemplo donde se ve reflejada la actuación de la población en forma repentina, por ausencia de los organismos del estado encargado de la protección de la población, la economía y la infraestructura socioeconómica.

La prevención debe darse en 3 etapas:

1. Preparatoria permanente en todo momento.
2. Información, alerta y alarma como medidas de protección.
3. Recuperación restablecimiento de daños y las condiciones de normalidad del territorio.

Cada poblador con su conocimiento empírico e histórico acerca de los peligros, tienen identificados los lugares de riesgo del que se protegen ellos mismos con la utilización de sus propias herramientas.

Tabla: GN – 02 .- Principales Tipos de Peligros

ORIGEN DE LOS PELIGROS	TIPOS DE PELIGROS
<b>PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO.-</b> Generados por procesos dinámicos en el interior de la tierra:	Sismos, Erupciones Volcánicas
<b>PELIGROS DE ORIGEN GEOLOGICO CLIMATICO.-</b> Generados por procesos dinámicos en la superficie de la tierra:	Deslizamientos de Tierra, Derrumbes, Aludes, Huaycos o Aluviones
<b>PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO.-</b> Generados por fenómenos meteorológicos o hidrológicos:	Granizadas, Heladas, Sequías, Inundación, Vientos Fuertes, Tormentas
<b>OTROS.-</b> Origen Biológico:	Plagas, Epidemias
Fenómenos Tecnológicos	Incendio Forestal o Urbano, Explosiones, Derrame de Sustancias Químicas, Contaminación Ambiental, Fenómenos Sociales: Guerras, Subversión

Fuente: Naciones Unidas

### 1.7.5 DESLIZAMIENTOS.

Como antecedente de esta ocurrencia se tiene el deslizamiento de grandes proporciones de flujos de lodo y barro por saturación de agua ocurrido el 18 de febrero de 1997 en el sector de Ccocha Pumarana, distrito de Tamburco provincia de Abancay, con daños a la vida humana, heridos, 61 viviendas desaparecidas y varias hectáreas de terreno de cultivo destruidas.



Foto – 08: Deslizamiento de Ccocha Pumarana.

Otro deslizamiento ocurrido el 29 de Julio del 2005, en el sector Cconchopata sector Aymas provincia de Abancay, que afecto a 05 familias, 05 viviendas destruidas, 06 afectadas, 11 familias en proceso de reubicación a una zona segura previo estudio geodinámico.



Foto – 09: Vista Panorámica de la ciudad de Abancay, mirando al oeste.

Tabla: GN – 03 .- Peligros y amenazas al ecosistema natural - Provincia de Abancay

UBICACIÓN	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
Pachachaca, Illanya, San Gabriel, Limapata, Quitasol, Trujipata	Sequía	Terrenos de Cultivo de 10000 has.	Por Has S/. 5000
Patibamba, Isidro Salas, San Francisco	Fuertes Vientos	50 Viviendas	S/.6,000
Ñacchero, Ullpuhuayco, Vallecito el Olivo, Mariño, Villa Gloria.	Huaycos	Personas, Viviendas Terrenos de Cultivo	
San Antonio Bancapata, Patibamba Alta Y Baja, Villa Ampay, Condebamba, Villa Gloria, Vallecito el Olivo	Inundación	Habitantes Centros Educativos Puestos de Salud Viviendas Terrenos de Cultivo Carreteras Caminos	18,000 Habitantes 3,000 Viviendas 30 Millones de Soles
San Luis Alta y Baja, Bella Vista, Limapata, Sr. de Huanca, Isidro Salas, Fonavi, San Luis Alta y Baja	Deslizamiento	Viviendas, Pobladores y Bienes Patrimoniales	Perdida de Vidas Perdida de Patrimonio Perdida Económica
Quisapata, Taraccasa, Ampay, Auquibamba, Hatumpata, Huayllabamba.	Incendio Forestal y Urbano	Viviendas, Pobladores, Fauna, Flora, Bosques y Tierras de Cultivo	Perdida de Vida Humana, silvestre, terrenos de cultivo, perdida de vegetación.
Rontoccocha, Quisapata Parte Alta, Soccllaccasa, Karkatera Alta, Huayllabamba Alta, Llañucancho, Asilo	Heladas y Granizada	Personas, Animales y Cementeras	Enfermedades, Muerte de Personas y animales, Perdida de Cultivos, Desabastecimiento, Pérdidas económicas.

## 1.8 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

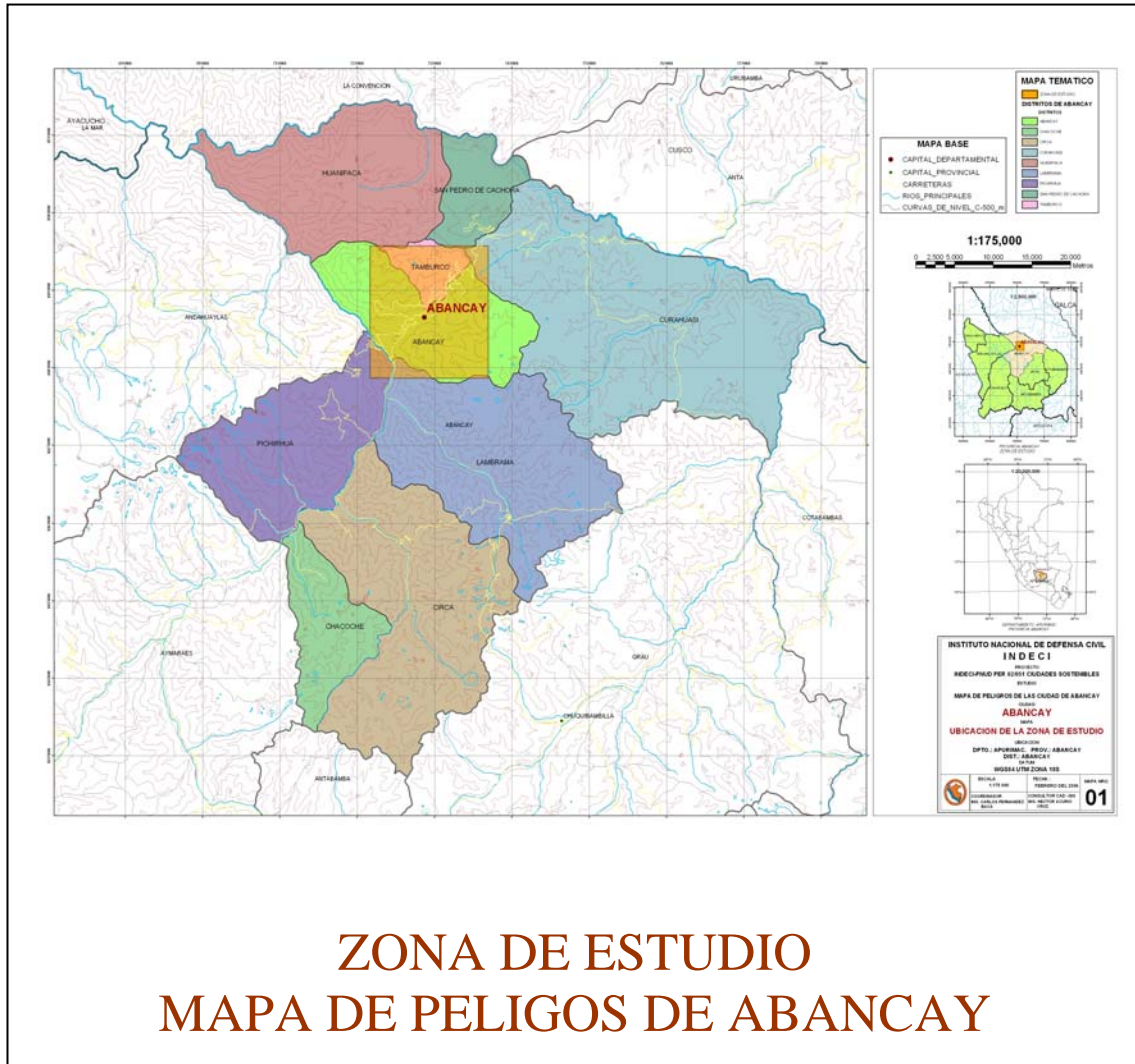
4. Reconocimiento geológico de la ciudad de Abancay y alrededores.
5. Identificación del riesgo sísmico de Apurimac.
6. Evaluación geodinámica de la cuenca de la ciudad de Abancay.
7. Zonificación de áreas en peligro.
8. Proponer medidas de mitigación.
9. Determinación de un documento técnico para el área de estudio, en donde se presenta como resultado final, el mapa de peligros de la ciudad de Abancay asociado a la ocurrencia de diversos eventos naturales; fundamentalmente de origen geológico-climático, geotécnico y climático.

**CAPÍTULO 02**

**CARTOGRAFÍA**  
**CAD-GIS**

## 2.1. ASPECTOS GENERALES

El presente estudio fue Contratado por el Proyecto PER/02/051/ "Ciudades Sostenibles", para la elaboración de los Mapas de Peligros de la ciudad de Abancay, ubicado en la Provincias de Abancay, del departamento del Apurimac. Corresponde el presente Informe Final a la especialidad de CAD – GIS.



Los trabajos fueron iniciados el 27 de Febrero del 2006, por diversas causas se han prolongado hasta el 13 de Abril del 2007.

El presente Informe Final de la especialidad CAD GIS, corresponde a los trabajos de generación de Mapas Temáticos Georeferenciados de Peligros con Base de Datos, utilizando el Software RASTER 2007 de Autodesk, ARC GIS 8.3 Y ARC GIS 9.2 y el AUTO CAD MAP-GIS 2006 para la ciudad en estudio; así como la generación de Mapas Geológicos y Geodinámicos a lo largo de la cuenca del río Mariño.

## 2.2 METAS DEL ESTUDIO CAD-GIS

- Recopilar Información Cartográfica de las Ciudad de Abancay y su entorno inmediato, así como mapas de ámbito microregional y regional.
- Actualizar y elaborar la base Cartográfica Georeferenciada que servirá de base para la elaboración de los Mapas Temáticos de estudio de la Ciudad de Abancay.
- Desarrollar el trabajo de campo par el reconocimiento y validación de la información cartográfica del estudio.
- Digitalización de los mapas temáticos del estudio proporcionados por los demás integrantes del Equipo técnico

### Mapas de geología

- Mapa de ubicación de la zona de estudio
- Mapa base
- Mapa geológico regional
- Mapa geológico local
- Mapa de secciones transversales
- Mapa de peligros geológicos (geodinámico)

### Mapas de hidrología

- Mapa subcuencas hidrológicas
- Mapa de área de nevados y lagunas
- Mapa de peligros climáticos (inundaciones)
- Mapa de peligros geológico-climáticos (huaycos)

### Mapas de geotecnia

- Mapa ubicación de calicatas
- Mapa tipo de suelos
- Mapa de curvas de capacidad portante de suelos
- Mapa de capacidad portante de suelos
- Mapa de peligros geológico-climáticos (deslizamientos)
- Mapa de peligros múltiples
- Mapa de tendencia natural de expansión urbana
- Mapa de expansión urbana recomendada
- Mapa de ubicación de proyectos

- Dibujo de diagramas y gráficos explicativos de las pautas técnicas de construcción y edificación que se desarrollen en el estudio.
- Presentación de la meta-data del sistema de información geográfica indicando fuente, proyección, estructura de datos, diccionario de variables.
- Apoyar en la edición final y en la entrega de la memoria de estudio

### 2.3.1 UBICACIÓN

La zona del proyecto está ubicado entre las siguientes coordenadas:

Este: 716,026 – 748,321



Norte: 8'478,683 – 8'506,582

La ciudad está ubicada entre las coordenadas

Este: 726,688 – 731,204

Norte: 8'489,946– 8'493,772

### 2.3.2 ALTITUD

Mínima: 2,202.60 m.s.n.m

Máxima: 2,635.60 m.s.n.m.

Media: 2,419.10 m.s.n.m.

### 2.3.3 PENDIENTE

11.46 % en la parte baja

11.03 % en la parte media

13.14 % en la parte alta de la ciudad

11.87 % en promedio de toda la ciudad

### 2.3.4 PUNTO IMPORTANTE

#### NEVADO AMPAY:

Ubicado en la parte norte de la ciudad de Abancay a una altura de 5,000 m.s.n.m.

### 2.3.5 RECURSOS UTILIZADOS

#### 2.3.5.1 PERSONAL

Consultor responsable de la especialidad CAD-SIG

Ing Héctor Acurio Cruz:

Especialista en Sistema de Información geográfica, Geodesia, Cartografía, y Fotointerpretación.

- PERSONAL TECNICO DEL CONSULTOR:

Especialista CAD GIS: Yordan Alexander Delgado Quispe:

#### 2.3.5.2 EQUIPO UTILIZADO

- 01 Computadora última generación: Placa madre de 64 Bits, K8N Neo4, Procesador de doble núcleo, Doble tarjeta Gráfica NVIDIA, Procesador 3200 FX, Memoria RAM 4 GB.
- 01 Computadora Pentium IV, modelo 865 PERL, de 32 Bits, Procesador 2.8 Ghz Memoria RAM de 512 MB.
- 01 Computadora Portátil Pentium IV.
- 01 Ploter HP – 800 de 42”.
- 01 Impresora Formato A-4.

### 2.3.5.3 SOFTWARE UTILIZADO

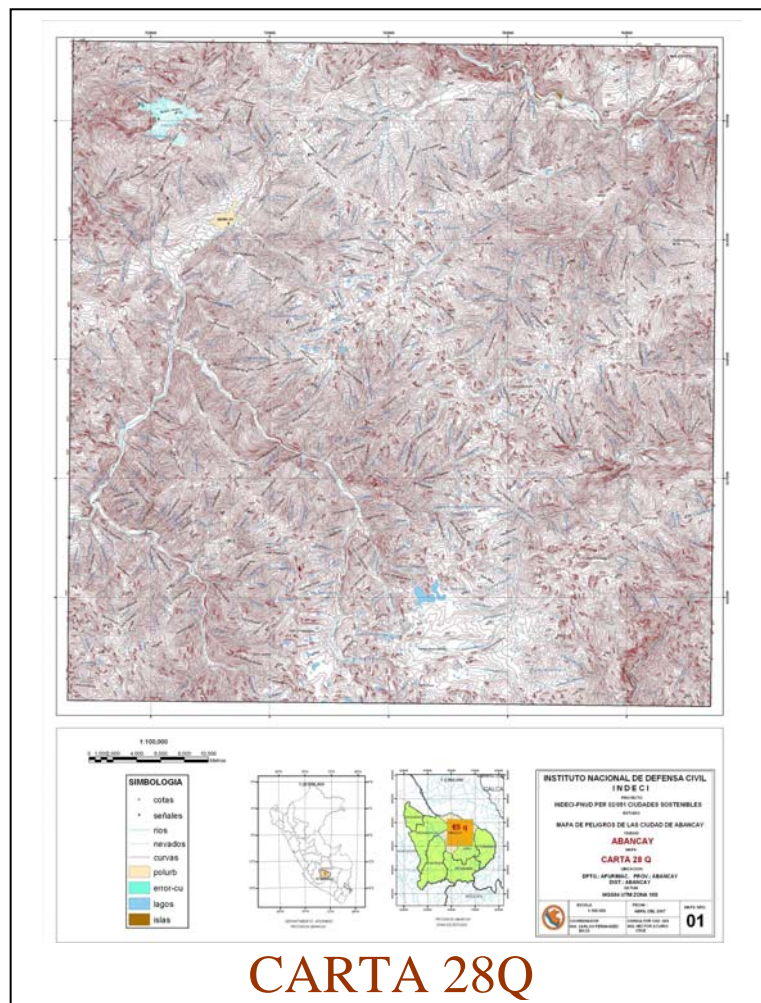
- ARC GIS versión 8.3 y ARC GIS versión 9.2
- AUTOCAD MAP versión 2004 y 2005
- RASTER DESING versión 2006 y 2007
- AUTOCAD LAND DESKTOP versión 2006 y 2007.
- COREL DRAW GRAPHICS SUITE X3
- PHOTOSHOP

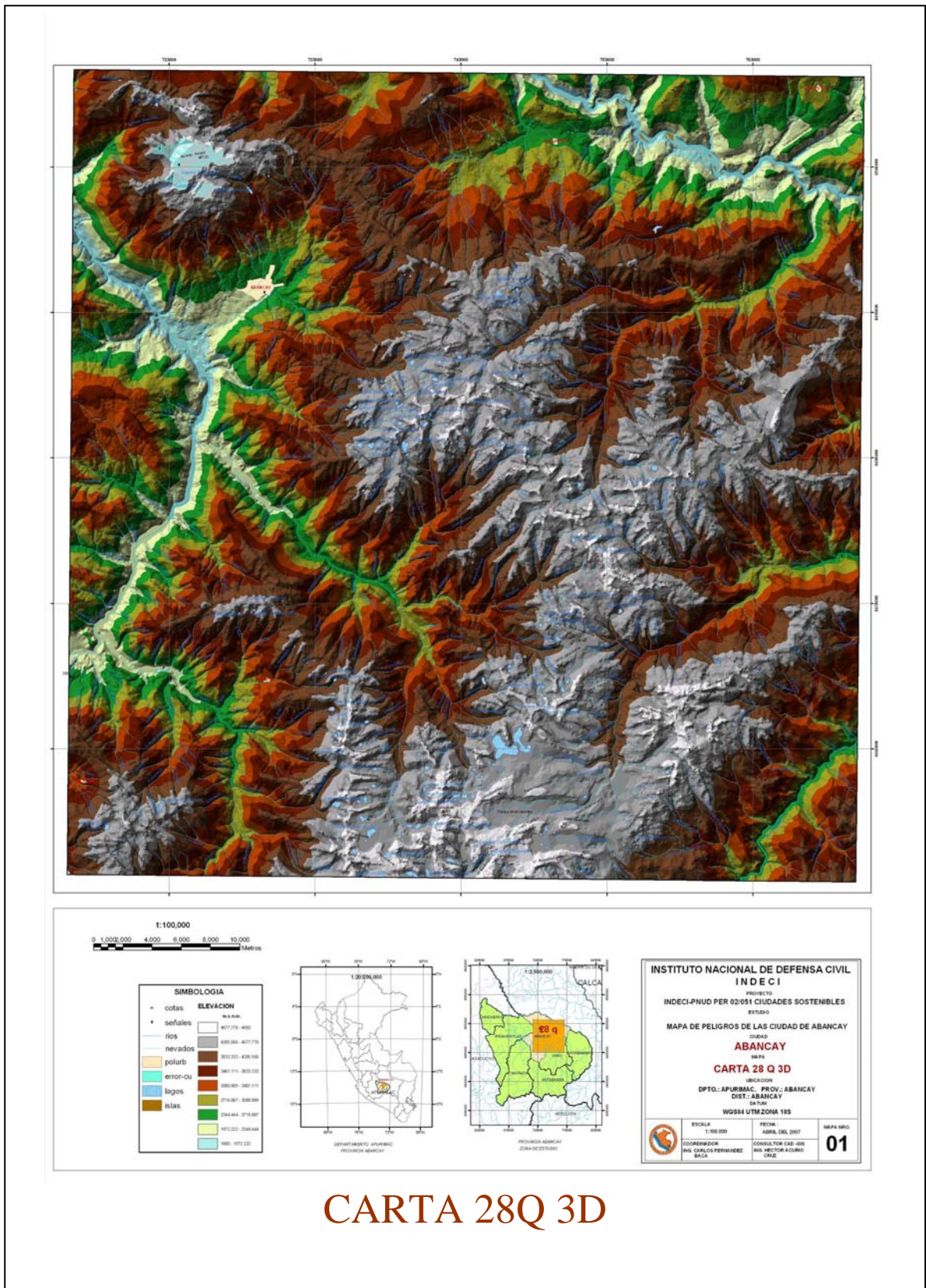
## 2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS METAS EJECUTADAS

### 2.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y OTROS

Se han adquirido Mapas Digitalizados e Escala 1:100000, con Curvas de nivel cada 50 metros, generándose una Base de Datos de las Áreas que involucran las Coordenadas del Proyecto PER/02/051/ “ Ciudades Sostenibles”.

Las cartas adquiridas corresponden a las hojas 28Q del Instituto Geográfico Nacional (IGN): DATUM: WGS84, Escala 1: 100,000..



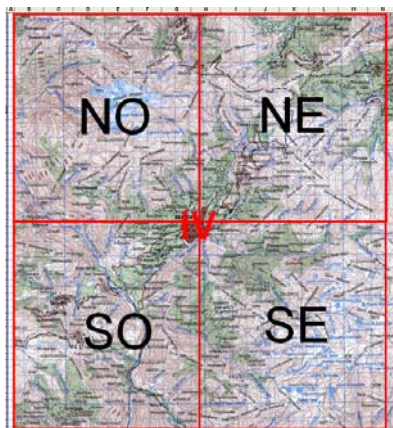


**CARTA 28Q 3D**

- Así mismo se han recopilado mapas de la Provincia de Abancay y el departamento de Apurímac en general.
- Recepción, revisión, georeferenciación y adición de información geográfica en su entorno de los Planos topográficos catastrales de la ciudad de Abancay.
- Se ha generado un Mapa base de la Región Apurímac que comprende las Curvas de Nivel cada 25 m. ríos Principales y Secundarios, Centros Poblados, Vías Carrozables, y de otros elementos Geográficos.
- Se ha asesorado la adquisición de 04 Cartas del PETT a escala 1:25000, de la zona de estudio de la ciudad de Abancay; el sistema de ubicación utilizado en estas cartas fue el PSAD 56, encargándose esta consultoría de su transformación al sistema mundial vigente WGS84.
- Las 04 cartas adquiridas en formato "dwg" para AUTOCAD, fueron digitalizadas de cartas análogas, georeferenciados por el PETT.

Relación de las Cartas Adquiridas del PETT:  
 DATUM. UTM PSAD 56  
 Zona de Proyección: 18 y 19.

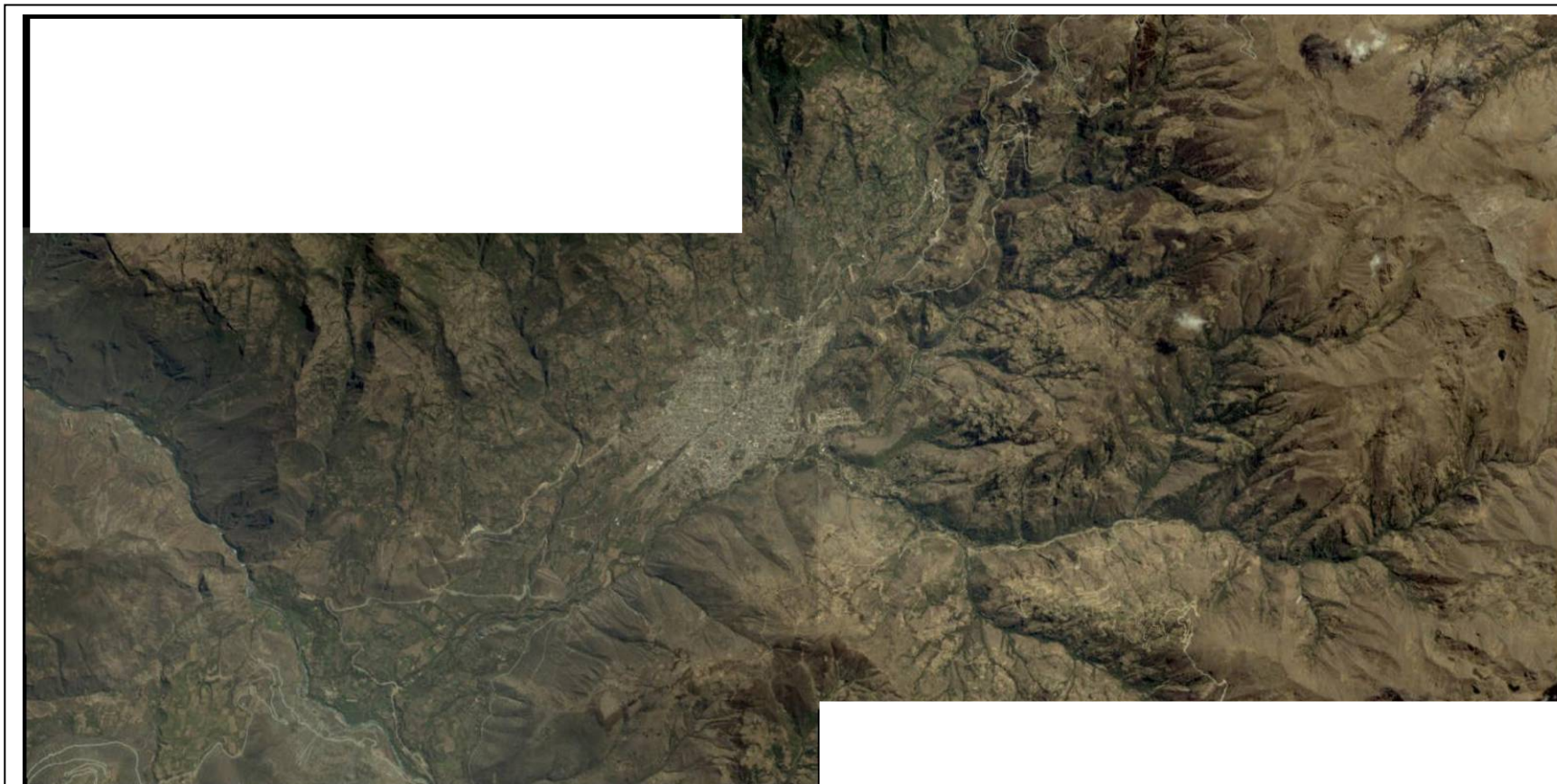
DETALLE:



CARTA IGN - 28q - ABANCAY 1:100,000 WGS84 ZONA 18 S			
NO	NE	NO	NE
SO	SE	SO	SE
NO	NE	NO	NE
SO	SE	SO	SE
III		II	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90;"></div> <span>CARTAS REQUERIDAS</span> </div>			

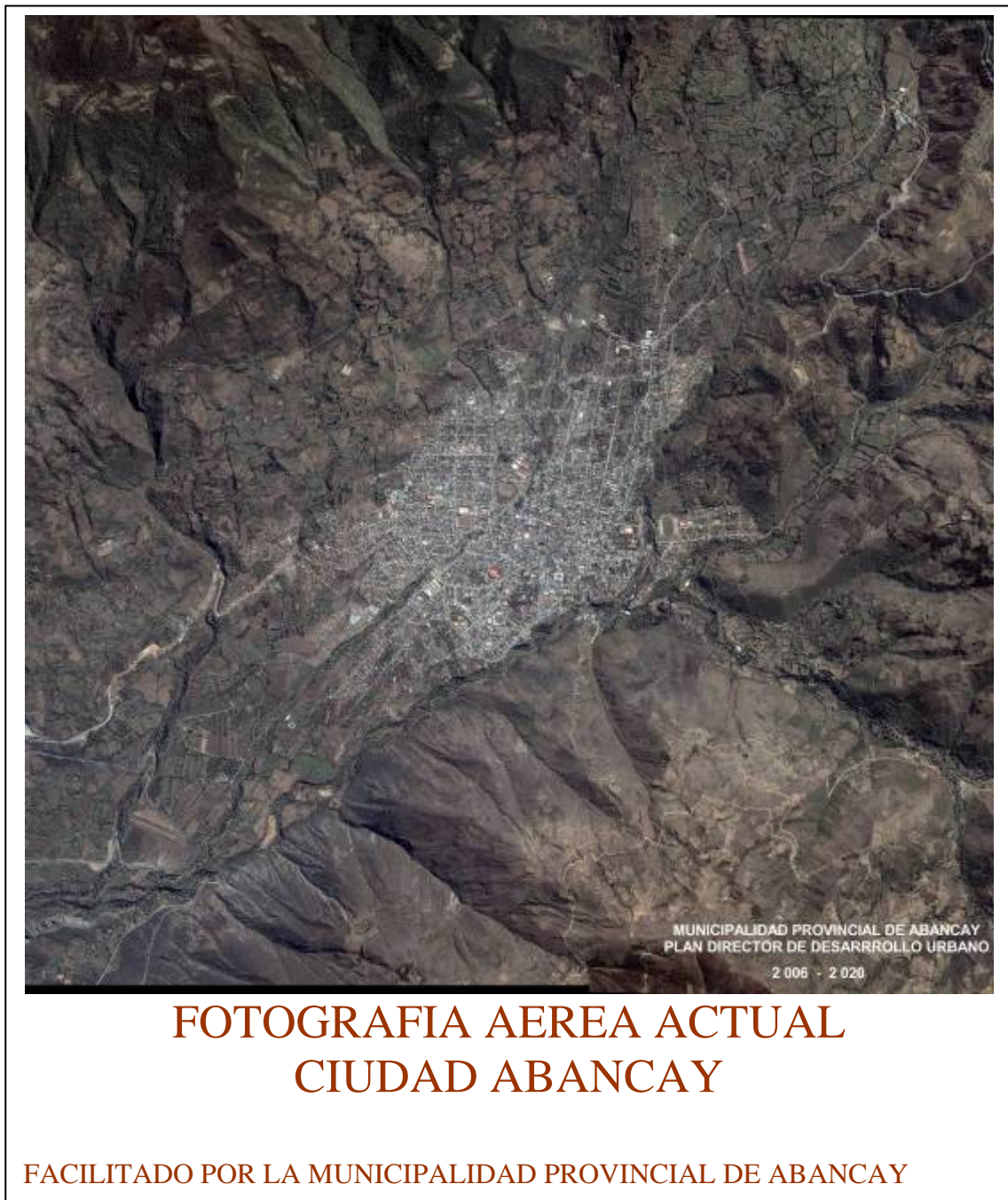
**Fuente: Plano Clave Cartas 1:25,000 PETT – PERU.**

- Se han obtenido fotografías aéreas del Cuenca del Mariño, correspondiente a la zona de estudio.
- Se han procesado fotografías aéreas del Cuenca del Mariño, uniendo ambas partes con software RASTER 2006



**FOTOGRAFIA AEREA**  
**CIUDAD ABANCAY PARTE I Y II UNIDAS**

Pag.19



- Se ha procesado información de las cartas

## **2.4.2 ACTUALIZACIÓN DE LA BASE CARTOGRÁFICA**

### **2.4.2.1 BASE CARTOGRÁFICA EN FORMATO ANÁLOGO**

De acuerdo a lo establecido en los términos de referencia se ha realizado la actualización de la Base Cartográfica de las zonas de estudio y su incorporación al Mapa Base, utilizando un escáner A-3, el Software Raster 2006 Y 2007 de Autodesk.

Para ésta labor se ha verificado la información, luego se ha efectuado su georeferenciación en base a los Mapas del IGN y el PETT, con puntos DE CONTROL GPS diferencial, disponibles en la zona de estudio.

## **2.4.3 ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS DE PELIGROS.**

### **2.4.3.1 SISTEMA DE COORDENADAS Y PROYECCIÓN**

Para la elaboración de los Mapas se ha trabajado en el Sistema Mundial de Coordenadas WGS84 – World Geodetic System , y en el sistema de proyección UTM – Universal Transverse Mercator, ésta unidad clasifica la superficie terrestre en 60 Zonas (de la 01 a la 60). El Perú se encuentra en las Zonas 17, 18 y 19. El área del Presente Estudio se encuentra entre las zonas 18.

Los Mapas para la ciudad de Abancay se han generado en la zona 18.

Los Mapas geológicos y geodinámicos a lo largo de la cuenca del río Mariño se han generado de la siguiente manera:

Toda la zona de la cuenca del Mariño : Zona 18.

Los Mapas Base a escala 1:25,000 adquirido por el INDECI al PETT – Proyecto Especial de Titulación de Tierras de la zona de estudio se encuentran en el sistema de coordenadas PSAD 56, Proyección UTM, para su utilización se transformo a UTM WGS84 por esta consultoría.

### **2.4.3.2 GENERACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS**

Con el uso del Software Arc Gis 8.3 y Arg Gis 9.2, AUTOCAD MAPA 2006,

AUTOCAD MAP 2007 y RASTER 2006, se han generado los Mapas temáticos que se muestran en la página siguiente.

LISTADO DE MAPAS

DESCRIPCIÓN	NRO. DE MAPA	ESC	HOJA
<b>MAPAS DE GEOLOGÍA</b>			
MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	1	INDICADAS	A-1
MAPA BASE	2	1-10 000	A-0
MAPA GEOLÓGICO REGIONAL	3	1-25 000	A-1
MAPA GEOLÓGICO LOCAL	4	1-10 000	A-0
MAPA DE SECCIONES TRANSVERSALES	5	1-25 000	A-1
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS (GEODINAMICO)	6	1-25 000	A-1
<b>MAPAS DE HIDROLOGÍA</b>			
MAPA SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS	7	1-30 000	A-1
MAPA DE ÁREA DE NEVADOS Y LAGUNAS	8	1-30 000	A-1
MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS (INUNDACIONES)	9	1-10 000	A-0
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICO-CLIMATICOS (HUAYCOS)	10	1-10 000	A-0
<b>MAPAS DE GEOTECNIA</b>			
MAPA UBICACIÓN DE CALICATAS	11	1-10 000	A-0
MAPA TIPO DE SUELOS	12	1-10 000	A-0
MAPA DE CURVAS DE CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS	13	1-10 000	A-0
MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS	14	1-10 000	A-0
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICO-CLIMÁTICOS (DESLIZAMIENTOS)	15	1-10 000	A-0
MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES	16	1-10 000	A-0
MAPA DE TENDENCIA NATURAL DE EXPANSIÓN URBANA	17	1-10 000	A-0
MAPA DE EXPANSIÓN URBANA RECOMENDADA	18	1-10 000	A-0
MAPA DE UBICACIÓN DE PROYECTOS	19	1-10 000	A-0



## **CAPÍTULO 03**

# **GEOLOGÍA**

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

La elaboración del mapa de peligros de la ciudad de Abancay, consta de las siguientes etapas:

- Recopilación de información
- Evaluación de campo
- Cartografiado Geológico.
- Evaluación geodinámica.
- Trabajos de gabinete.

La recopilación de información básica permitió compilar datos referidos a planos topográficos, diversos estudios de geología, y otros, de la ciudad de Abancay y alrededores, así mismo se procedió a recopilar información existente en variadas instituciones tanto particulares como estatales. Esta etapa también comprende aquella específica que ha sido obtenida durante el desarrollo del presente estudio y que comprende básicamente los aspectos geológicos, geomorfológicos destinados a determinar los fenómenos de variado origen que causan peligros geológicos, geológico-climáticos y climáticos para la ciudad de Abancay.

En la etapa de investigaciones de campo, se ha colectado “in situ” toda la información de detalle referida a geología del área de interés con el objetivo de conocer las características propias del área mediante las investigaciones de detalle programadas para en el presente estudio.

### 3.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente trabajo se ha desarrollado tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Información bibliográfica existente.
- Salidas de campo y cartografiado geológico del área de estudio.
- Entrevistas a los pobladores y profesionales de la zona (Deslizamiento de Cocha Pumaránra).
- Análisis de muestra petrológicas.
- Cálculo e interpretación.

### 3.3 ETAPAS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO

El estudio denominado “**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**”, abarca las siguientes etapas:

#### 3.3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Consistió en la recopilación de la mayor cantidad posible de información contenida en estudios, antecedentes y/o similares, relacionada básicamente a geología, geomorfología y otros para diversos puntos de investigación específicos dentro del área de interés y sus alrededores.

Para el desarrollo de cada uno de los estudios básicos: Geología, geomorfología y geodinámica, se ha recopilado información de interés existente, entre los que destacan los documentos que se indica a continuación:

- Estudio geodinámico y suelos del Valle de Abancay. (Ing. Dimas Apaza. 1997)
- Informe Geológico en Tamburco provincia de Abancay departamento de Apurímac. (Ing. Juan C. Gomez A.)
- Geología y Geodinámica del Río Mariño. (Ing. Serrano C. 1986).

### **3.3.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO**

Son aquellos trabajos que se desarrollaron en el área de interés con la finalidad de obtener información precisa "in situ" referida a aspectos geológicos, geomorfológicos, que permitieron desarrollar los estudios básicos correspondientes.

En el estudio geológico se han desarrollado las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen climático y geológico-climático de mayor ocurrencia en la zona urbana, alrededores de la ciudad de Abancay.
- Reconocimiento geológico-geodinámico de las quebradas Nacchero, Ullpuhuaycco, Chinchichaca, Ampay – Sahuanay, Colcaque y Marcahuasi, así como de la zona urbana de la ciudad de Abancay y alrededores considerando las zonas de expansión urbana.
- Viaje de reconocimiento geológico al nevado Ampay, desde Huanipaca, cumbre del Ampay hasta la ciudad de Abancay.
- Reconocimiento y cartografiado geológico desde las nacientes del río Mariño.

### **3.3.3 TRABAJOS DE GABINETE**

Son aquellos trabajos que tomando como información base la recopilada en las fases de campo y laboratorio permitieron determinar los fenómenos geológicos y geológico climáticos que podrían producirse y afectar a la población en estudio, así como determinar su amplitud y área de influencia para finalmente servir a la preparación de los mapas temáticos y mapas de peligros que conforman el presente estudio.



Foto – 10: Autoridades de Abancay con el equipo de trabajo, al inicio del estudio.

### **3.4 GEOMORFOLOGÍA**

Las distintas formas que exhibe la topografía del actual del relieve tienen estrecha relación con la configuración geológica del sector y la historia de formación de los materiales que lo conforman.

#### **3.4.1 GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

El área geográfica donde se asienta la ciudad de Abancay y sus zonas de expansión ha sido afectada por intensa actividad geodinámica tanto interna como externa que se refleja en su variada topografía y su tendencia a la ocurrencia de fenómenos geológicos y geológico – climáticos.

##### **3.4.1.1 MORFOGÉNESIS**

Los rasgos morfológicos de la cuenca de Abancay están ligados a las perturbaciones tectónicas del levantamiento andino y por procesos degradacionales.

Los Cambios climáticos ocurridos durante el cuaternario, han dejado profundas huellas en la morfología de la región, las glaciaciones produjeron grandes movimientos de masas rocosas, acumulándose gradualmente en el actual valle de Abancay y al pie de los Nevados Ampay y Runtococha.

En la actualidad se presentan deslizamientos y fuertes procesos de erosión hídrica de los suelos en las laderas empinadas, siendo frecuentemente los huaycos, desborde de ríos en los meses de fuertes precipitaciones pluviales.

El modelado superficial del Ampay es variado, en cuyas estribaciones altitudinales se aprecian accidentes geográficos como un abanico de cerros con afloramientos rocosos, colinas, abras, laderas, escarpados, pequeñas cuencas hidrográficas de fuerte vertiente, depresiones lagunares, suelos inclinados con fuertes pendientes y muy escasos suelos planos.

Los estudios geomorfológicos determinaron que la actual configuración del Ampay, está determinada por perturbaciones geodinámicas internas (tectónicas) y externas (intemperismo, erosión y procesos geodinámicos) como son las glaciaciones, los deslizamientos y la erosión, que fueron modelando la superficie.

El relieve en general es bastante accidentado, con una configuración topográfica heterogénea con predominancia de elevaciones escarpadas. En el ámbito regional se presentan los siguientes rasgos fisiográficos:

### **3.4.1.2 UNIDADES MORFOLÓGICAS.-**

Se han logrado determinar seis unidades geomorfológicas.

#### **3.4.1.2.1. VALLE PROFUNDO DEL PACHACHACA**

Formado por la profunda incisión del río Pachachaca, su topografía es predominantemente plana ligeramente inclinada de 0 a 3 % de pendiente. En el tramo que corresponde a la cuenca del río Mariño entre sus nacientes y la ciudad de Abancay el río discurre desde las cotas de su origen sobre 5000 msnm hasta su desembocadura a 1,700 m.s.n.m de altitud en fajas cercanas a los 100 m de ancho. Pasando por el sector de la ex hacienda Santo Tomas, se observa un profundo cañón controlado por una falla regional con más 1300 m de talud.

En sus tramos amplios se han formado terrazas que están destinadas a fines agrícolas.

#### **3.4.1.2.2 LADERAS ALUVIALES DE ABANCAY**

Es una franja amplia que cubre gran parte de la cuenca inferior que se extiende desde el río Pachachaca hasta la parte del Distrito de Tamburco. La topografía es suavemente inclinada (8 a 15%) y está constituida por un potente depósito aluvial compacto. Sobre este depósito se desarrollan la agricultura y la ciudad de Abancay.

#### **3.4.1.2.3 LADERAS EMPINADAS - CUENCA INFERIOR Y MEDIA**

Se caracterizan por presentar pendientes empinadas y escarpadas (50 a 75 %) la longitud de las laderas puede pasar de los 1,000m constituyen las vertientes de los tributarios del río Mariño y es el sector más inestable topográficamente.

Los procesos erosivos son intensos en las vertientes de mayor pendiente, las huellas de grandes deslizamientos se observan en la parte alta de la ciudad de Abancay, así mismo demuestran que en tiempos pasados han ocurrido periodos muy húmedos o fenómenos geodinámicos muy intensos que han originado huaycos mucho más violentos que en la actualidad.

#### 3.4.1.2.4. FONDOS DE QUEBRADAS TRIBUTARIAS DEL RÍO MARIÑO

Son formas de tierras alargadas, que se ubican en terrenos adyacentes a los cursos de agua que han disectado más profundamente a los terrenos, su pendiente es algo inclinada (6 a 12%), en la cuenca baja con fajas menores a 50 metros de ancho, en la cuenca media sobre los 2,600 m.s.n.m la pendiente incrementa de 12 a 18 % en las fajas de menor ancho.



Foto – 11: Se observa al fondo el valle del Pachachaca, al centro las laderas de Abancay, a la izquierda el valle del Mariño y adelante las laderas empinadas (foto tomada desde El Mirador).

#### 3.4.1.2.5 ZONA MONTAÑOSA SUPERIOR

Constituida por áreas topográficas con pendiente muy escarpadas (75%), donde los afloramientos rocosos forman farallones modelados por la dinámica glacial del Ampay, cuya línea de nieve esta a los 4, 700 m.s.n.m variando a 4,800 m.s.n.m. las lenguas de hielo descenden a 4 650 m.s.n.m. En meses excepcionales fríos (Junio Julio); estas lenguas distan a 4 Km. de la Laguna de Ampay. El glaciario ocupa una área total de 5.7 Km y su espesor es inferior a los 60 metros.



Foto – 12: Zona montañosa vista de la carretera hacia Abancay, se aprecian laderas empinadas y, al fondo, el nevado Ampay.

### 3.4.1.2.6 ÁREAS GLACIARES

Son valles glaciales y cuencas lagunares, constituyen fajas amplias de forma ondulada, se ubican al pie del nevado Ampay y los cerros de Runtococha, están cubiertos por depósitos morrenicos, formando cordones que sirven de represa natural de las lagunas; a lo largo de estos valles se acumulan los escombros de talud por dinámica glacial. El modelo se desarrolló en el último periodo glacial y la gradual regresión glacial que continua actualmente.



Foto – 13: Véase el nevado Ampay en el fondo (5400 m.s.n.m.), en la que se observa la zona de retroceso glacial, indicando que ya no existe nieve perpetua, solo queda como un remanente en la cúspide de la montaña.

### VALLE GLACIARIO AMPAY



Foto – 14: Se observa el Valle de origen glacial Ampay, (Laguna Uspaycocha) mirando desde la parte alta del nevado Ampay

El Nevado Ampay se encuentra en la actualidad (agosto 2006) reducido a los 5350 m.s.n.m; su base y alrededores están formados por rocas macizas carbonatadas

preexistentes, que en parte son fracturadas debido a su evolución y formación. Contiene depósitos morrénicos aluviales de buena porosidad y permeabilidad, por donde se infiltra el agua. Presenta una cobertura arcillosa húmeda, con presencia de afloramientos rocosos calcáreos desprovistos de nieve.

## CUENCA LAGUNAR

Ubicada en la parte central del valle, está constituida de depósitos glaciares posteriores arrastrados por el flujo de una lengua glaciar. Contiene bloques mayores de 0.8 m. y clastos con matriz arcillosa; es menos permeable y de mediana porosidad, estando cubierta de una vegetación arbustiva que le da cierta estabilidad al talud; forma un dique natural que contiene a la laguna de Ampay.



Foto – 15: Véase al fondo la Laguna Uspaycocha alimentada por los deshielos del nevado Ampay. En la parte anterior izquierda se observa una laguna seca que era alimentada por un glaciar que hoy en día no existe

## 3.5 GEOLOGÍA REGIONAL

### 3.5.1 ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias tectonizadas cuyas edades son del pérmico al triásico, no evidenciando las rocas cretácicas en la cuenca de estudio como se describe a continuación.

#### 3.5.1.1 GRUPO COPACABANA (pérmico inferior y medio)

El grupo copacabana que aflora en el nevado Ampay presenta un espesor de 2,100 m con buzamiento en su flanco sur de 25° SE. La serie está constituida por calizas y lutitas negras.

Las calizas se presentan en bancos gruesos, macizos, o en capas delgadas, pueden ser de grano fino, oolíticos, nodulares y fosilíferas. Los fósiles silicificados (fusilinas, braquiópodos, corales, briozoarios, gasterópodos, etc.) son abundantes a todos los



niveles de la serie.

Las lutitas son generalmente negras, carbonosas con numerosos restos de plantas y de troncos de árboles (Leepidodeadron). Forma el tercio superior del grupo copacabana y tiene aproximadamente 700 metros de espesor, en determinados niveles toma un aspecto de flysch lutítico, formado por una alternancia de 1 a 5 cm, de lutitas negras duras con bancos de areniscas finas, constituyendo relieves escarpados.

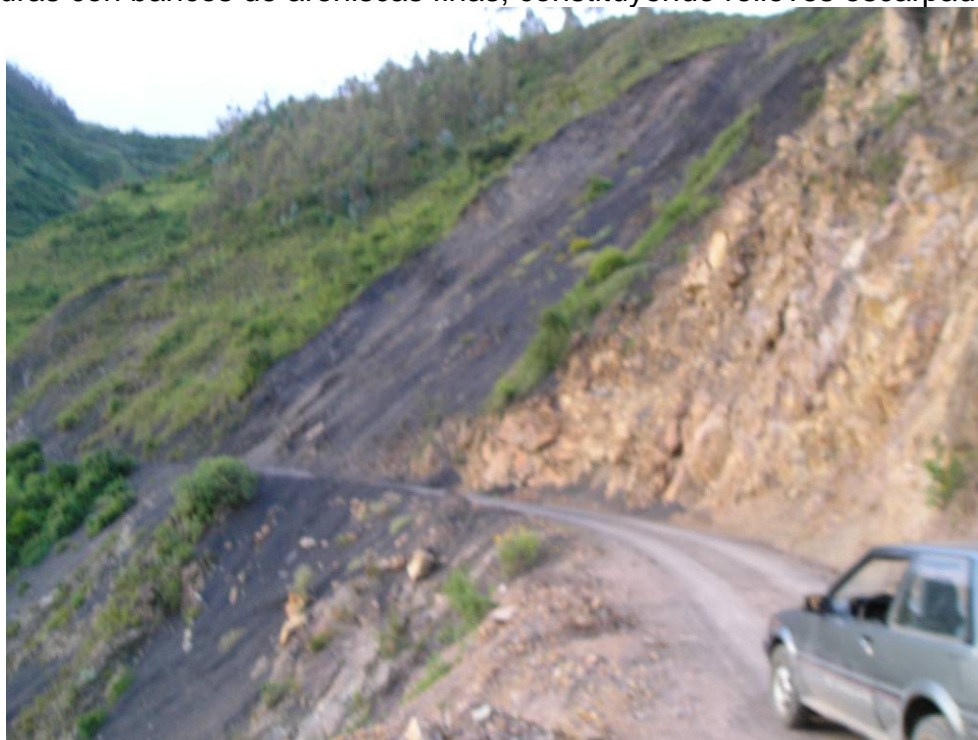


Foto – 16: Vista fotográfica del afloramiento de las calizas Copacabana ubicados en la parte superior de la ladera, contacto entre calizas Copacabana y Grupo Mitu

### 3.5.1.2 GRUPO MITU (pérmico superior)

El grupo mitu es representado por una secuencia molásica de areniscas feldespáticas, lutitas rojas arcosas y conglomerados, el material predominan sobre los limo-arcillitas y niveles volcánicos, es frecuentes la estratificación oblicua, entrecruzada y paléocanales; La sedimentación es rítmica.

Las areniscas se presentan en bancos, variables de 0.5 a 6 metros de espesor, el color es rojo ladrillo o verdoso; el grano varia de grueso a fino, predominando las areniscas de grano mediano a fino, las lutitas se encuentran intercaladas entre los bancos de areniscas, pueden constituir capas con más de 5 metros de espesor, son poco duras y deleznales por la meteorización.

Los conglomerados son abundantes en la parte inferior del grupo (conglomerado basal), observados con claridad en la falla Pachachaca frente a la Quebrada Santo Tomás con un espesor de 100 metros, los clastos son bien redondeados y del tamaño de guijos, con cantos de areniscas volcánicas y lutitas, la matriz es arenosa de color roja o gris clara.

Existen niveles de lava andesíticas en la parte superior expuestas en el flanco sur del nevado Ampay, son bancos de 80 a 100 metros de espesor. El Grupo Mitu en el área de estudio se estima que tiene 600 a 800 metros de espesor.



Foto – 17: Vista fotográfica del afloramiento rocoso del Grupo Mitu.

### 3.5.1.3 GRUPO PUCARA (Jurásico Inferior)

Las calizas se presentan en capas de 0.5 a 1 metro de espesor, se intemperizan a un color gris blanquecino y en fractura fresca es gris a negro, son generalmente detríticas y contienen numerosos pedazos de fósiles (conchas de lamelibranquios, crinoideos), como puede observarse a lo largo de la carretera de Abancay – Curahuasi, son a menudo bituminosas y de color férvido, en casi todos los niveles se encuentran “chert”. Los bancos calcáreos se alternan con capas delgadas de lutitas oscuras, generalmente endurecidas; a partir de la ciudad de Abancay los niveles evaporíticos entre las calizas son más abundantes, y se encuentran en mayores grosores en Curahuasi.

Marocco (1975) menciona que el grupo pucará, puede alcanzar los 1000 metros en el sector de Andahuaylas donde no se conoce su base, adelgazando hacia el Este hasta desaparecer completamente en la zona de Mollepata en Cusco.



Foto – 18: Vista fotográfica del afloramiento rocas calcáreas (grupo Pucara)  
En el corte de talud de carretera.

### 3.5.2. DEPÓSITOS CUATERNARIOS INCOHERENTES

#### 3.5.2.1 DEPÓSITOS MORRÉNICOS (Q-mo)

Este tipo de depósitos se halla el valle de origen glaciar de la quebrada Ampay – Sahuanay, parte superior de la cuenca, consta de clastos y bloques angulosos, subangulosos, con matriz limo arenoso, se encuentran bastantes compactas y algo cementadas. La naturaleza litológica de los fragmentos es mayormente calcárea en la zona de Ampay y Granítica en Runtococha.

Estos depósitos son de carácter heterométrico donde los finos ocupan el 60% las dimensiones de los gruesos varían de 0.25 a 3.0 metros en algunos casos permanecen como diques naturales formando lagunas.

#### 3.5.2.2 DEPÓSITOS ALUVIALES

Se hallan en el piso de valle, desde en centro poblado hasta el río Pachachaca, estos depósitos tienen bloques mayores de 0.5 metros -lo cual indica una alta energía en el transporte- y cantos de formas subredondeadas a redondeadas. Tienen una matriz detrítica mezclada con arenas y limos, formando una irregular y somera estratificación. Estos depósitos aluviales son a su vez



Foto – 19: Vista fotográfica del depósito morrénico.

transportados, lavados y redepositados hacia el río Pachachaca formando gravas redondeadas con matriz arenosa bien clasificada.

Sobre los depósitos aluviales se ha formado un costra dura calcárea blanquecina denominada “caliche” de espesor variado (0.5 a 2.0 metros) debido a la precipitación del carbonato de calcio y otras sales evaporíticas disueltas en el agua por una intensa evaporación en periodos áridos donde sufren un movimiento ascendente, cementado los bloques y clastos de una antigua superficie aluviónica, posteriormente cubierta por un suelo orgánico gris negro de espesor de 0.3 a 0.5 metros constituye la capa arable vale decir horizonte A del suelo.



Foto – 20: Vista fotográfica del depósito aluvial en la escarpa de talud.

### 3.5.2.3 DEPÓSITOS COLUVIALES

Se encuentran recubriendo el pie de ladera gran parte de la zona Norte, tomando una coloración rojiza y con tonos gris claro en otras áreas. Está constituido por fragmentos de roca de formas angulares a subangulares, con matriz arcillosa – limosa. Éstos depósitos han tenido poco transporte, mayormente gravitacional.

Dentro de esta clasificación se incluyen a los depósitos aluviales formados por la meteorización “in situ” de roca, que bajo la acción del agua se puede movilizar y formar huaycos, como se puede apreciar al pie del nevado Ampay, donde se presenta una sucesión de varias etapas de huaycos. También se incluyen los depósitos de deslizamiento y escombros de talud, para efectos del cartografiado Geológico.



Foto – 21: Vista fotográfica del deposito coluvial en la corte de talud de carretera.

### **3.5.3 ROCAS IGNEAS.**

En la zona de Abancay se encuentra parte del batolito de Apurimac, que regionalmente se emplaza en forma alargada y orientado de Este a Oeste, con una longitud de casi 150 Km., coincidiendo a su vez con el rumbo general de los Andes. Marocco (1975) determino como el macizo sintectónico de Abancay y el gran batolito post – tectónico E-W del terciario inferior y medio respectivamente, en el presente estudio reconoceremos como:

#### **3.5.3.1 GRANODIORITA QUISAPATA (Ti-gd)**

Edad probable: Eoceno.

Se trata de un macizo que se extiende regionalmente al Este y Sur de Abancay, al Norte se halla limitado por la falla de Abancay, al Este y Oeste está cortada por la granodiorita Post- tectónica que incluye el macizo de Runtococha, y al Sur se extiende por el flanco izquierdo del pachachaca.

Se halla constituido por granodiorita a diorita cuarcítica, con estructura gnesoide, con bandas oscuras de minerales máficas, muy textonizadas con numerosos espejos de falla (cerro Quisapata).

En su mineralogía se halla plagioclasas siendo predominante la andesita (30 – 50 %) de An Ortoza con su macla características de Carlsbal. El cuarzo es intersticial y menos abundante que los feldespatos, los minerales máficas corresponden a la horblenda verde y biotita.



Foto – 22: Vista fotográfica de afloramiento de roca intrusiva granodiorita alterada.

### 3.5.3.2 MACIZO INTRUSIVO RUNTUCCOCHA (ts-gd)

Edad atribuible: terciario superior – mioceno.

Aflora en la zona de Runtococha, pertenece a los productos plutónicos post-tectónicos del batolito de Apurimac de dirección Este – Oeste, que regionalmente aflora desde Cotabambas hasta Andahuaylas.

La roca es clara debido a la predominancia de minerales claros como la plagioclasa, ortoclasa y cuarzo, con numerosas manchas negras (horblenda y algunas biotitas), estos minerales no muestran una orientación que lo distinguen del macizo Quisapata y alrededores a manera de burbujas y probablemente se asocien a esta intrusión.

Por el alto contenido de sílice las rocas son duras pero por el fracturamiento que presenta disminuyen su resistencia, siendo fácilmente atacadas por la meteorización, mostrando a manera de costras alteradas que forman parte de la escasa capa de suelos arenosos y limosos.

### 3.5.3.3 EDAD Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA

La secuencia geológica de los estratos existentes en el área de Abancay se muestran en la columna estratigráfica siguiente.

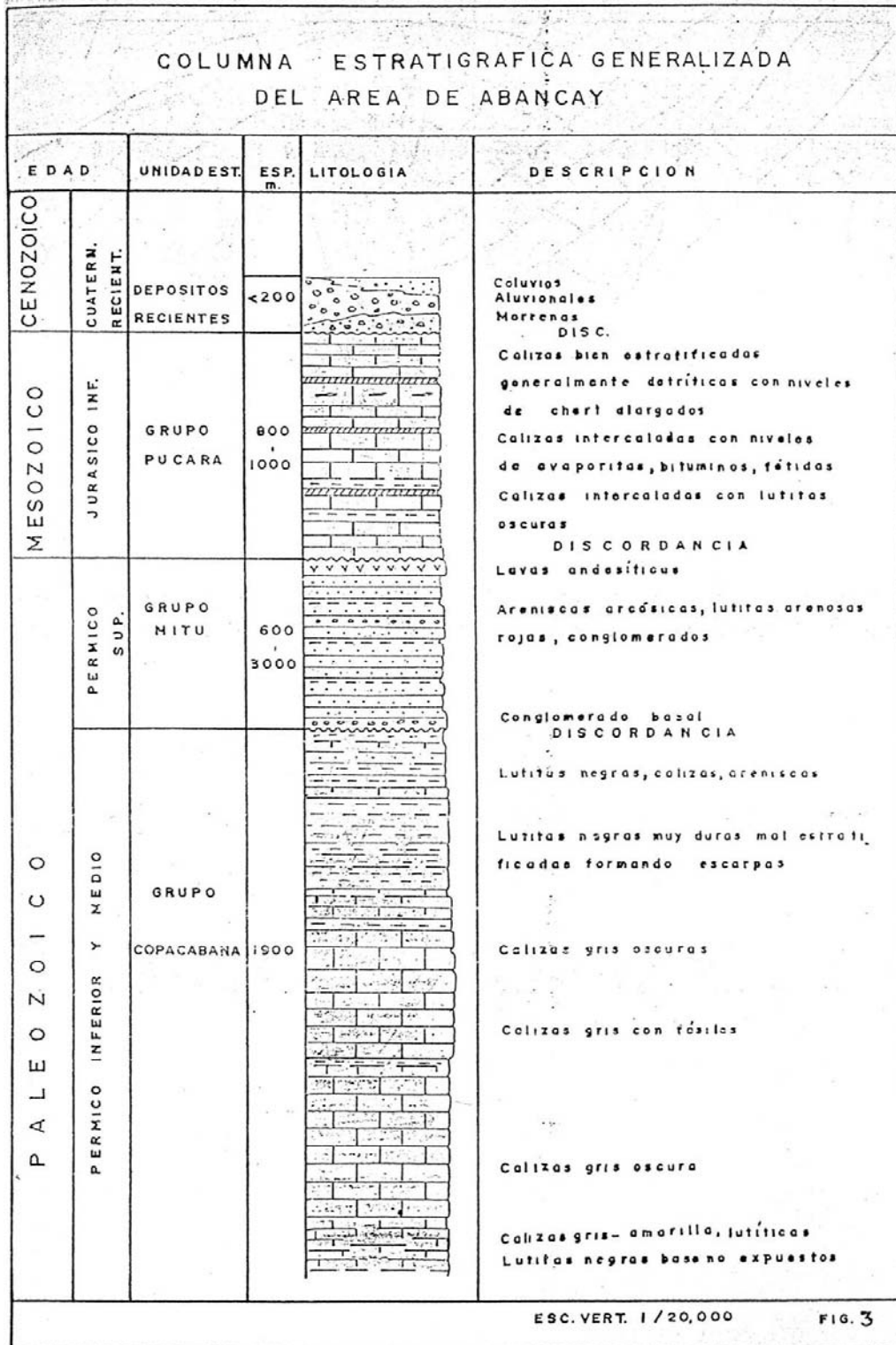


Fig. 01- Columna Estratigráfica Generalizada del área de Abancay

### 3.6 GEOLOGÍA LOCAL

En le área de estudio (Ciudad de Abancay) se presentan rocas del pérmico – triásico correspondientes al grupo Copacabana. Asimismo el Grupo Mitu, calizas del Grupo Pucara (Jurásico), rocas intrusivas del terciario (granodioritas).

Estructuralmente se ha identificado una falla de rumbo NW-SE (falla Sahuanay), la que probablemente crea la desestabilización de taludes en la parte media y baja de la ladera Ampay.

Los suelos de cobertura en la ciudad de Abancay son de tipo Fluvio – Glaciarios de edad cuaternaria a reciente.

Hacia el NE de la ciudad de Abancay, Tamburco, se ha cartografiado afloramiento de calizas (Grupo Pucara) con presencia karstica y manantes con presencia de agua.

Así como al SW de la ciudad de Abancay se han cartografiado afloramientos de calizas y evaporitas. Lo que indicaría que el substrato rocoso de la Ciudad de Abancay estaría conformado por calizas del Grupo Pucara y suprayaciendo a éstas estarían los suelos de origen fluvio-glaciario.

#### 3.6.1 HIDROGEOLOGÍA

La hidrogeología de la subcuenca Mariño presenta diversos acuíferos, como son; “Karsticos” y “Fisurados” y muy localmente “Porosos no consolidados” en depósitos calcáreos y sedimentarios, que afloran gran parte de estos en la zona Norte de la cuenca y parte intermedia, fondo del cauce. Estos acuíferos descargan en superficie en forma de manantiales los que abastecen de agua potable a la ciudad de Abancay, entre los más importantes se describen a continuación:

Tabla: GL-01 Origen Geológico del Agua Potable de Abancay

Manantiales	Descargas	Acuífero	Dureza
1. Marca Marca	60 l/seg	Kárstico	-
2. Amaruyoc	25 l/seg	Kárstico	-
3. Chinchichaca	12 l/seg	Aluvial	164
4. Marcahuasi	08 l/seg	Figurado	148
5. Bellavista	10 l/seg	Aluvial	-
6. FONAVI	1.5 l/seg	Mitu – fisurado	378
7. Panamericana	1 l/seg	Pucará	585

Las aguas procedentes de los acuíferos kársticos de la zona de Abancay son medianamente duras y las procedentes de aluviales alcanzan valores de 164 mg/lit de CaCO<sub>3</sub> que corresponden a aguas blandas. Las descargas son fluctuantes por la mayor velocidad interna de circulación característica para estos acuíferos, por lo que tienen un coeficiente de agotamiento de curva muy empinada. (Ing. Dimas Apaza)



### 3.7 ASPECTOS SÍSMICOS.

Una de los fenómenos mas importantes que afectan a la geodinámica interna e indirectamente a la geodinámica externa es el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa sudamericana, al respecto se transcribe algunos gráficos y conceptos relacionados al tema provenientes del artículo “Evaluación de la Sismicidad, Geometría de la Placa de Nazca” del I. Bernal, H. Tavera, Y. Antayhua, dado en el XI Congreso Peruano de Geología (09/2002)

#### 3.7.1 EFECTOS DE LA TECTÓNICA DE PLACAS

Una placa tectónica es una de las numerosas secciones rígidas de la litosfera que se mueven como una unidad sobre el material de la astenósfera, la capa más plástica que está debajo. La teoría de la tectónica de placas es una teoría de tectónica global que se ha consolidado como paradigma en la geología moderna, a la que ha proporcionado un marco teórico explicativo de la estructura, historia y dinámica de la corteza de la Tierra. Se basa en la observación de que la corteza terrestre (o más bien la litosfera, de la que forma parte integral), está dividida en unas veinte placas semirrígidas. Las regiones fronterizas de estas placas son zonas con actividad tectónica donde se concentran sismos y erupciones volcánicas y donde se produce la orogénesis.



Fig – 02 La tectónica de placas considera que la litósfera está dividida en varios grandes segmentos relativamente estables de roca rígida, denominados placas que se extienden por el globo como caparazones curvos sobre una esfera. Existen 7 grandes placas como la Placa del Pacífico y varias mas chicas como la Placa de Cocos frente al Caribe.

El contacto de la placa de Nazca con la placa Sudamericana pertenece al que se conoce como Límite de subducción en la que una de las placas se dobla, con un ángulo pequeño, hacia el interior de la Tierra, introduciéndose por debajo de la otra. El límite viene marcado por la presencia de una fosa oceánica o fosa abisal, una estrecha zanja cada uno de cuyos flancos pertenece a una placa distinta. Las fosas oceánicas, y los límites que marca, tienen una forma curva, con una gran amplitud según corresponde a la sección de un plano inclinado, el plano de subducción, con la superficie.

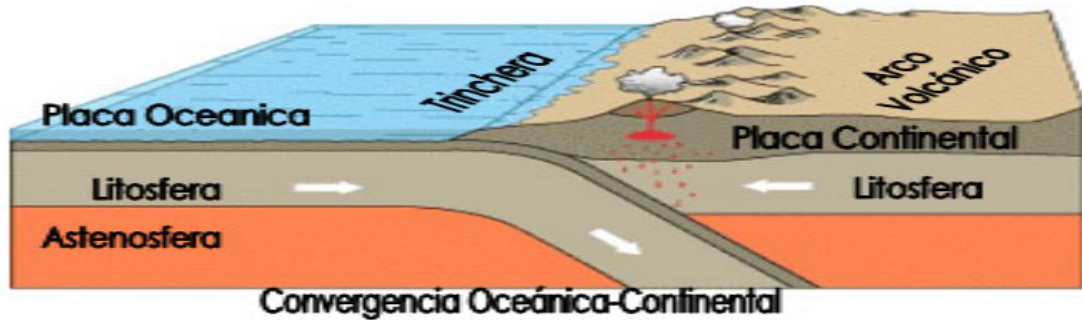


Fig- 03: Existen terremotos intraplaca, originados en fracturas en las regiones centrales y generalmente estables de las placas; pero la inmensa mayoría se producen en bordes de placa. Los terremotos más importantes de las dorsales son los que se producen en donde las fallas transformantes actúan como límite entre placas

La propia existencia de la cordillera de los andes se debe al proceso de subducción de la placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana. Son influenciadas también por este proceso el ciclo orográfico Andino y sus distintas fases, las glaciaciones, especialmente las ocurridas durante el Pleistoceno-Holoceno; los procesos volcánicos (erupciones, colapso de edificios volcánicos, etc) así como las características litológicas de las rocas.

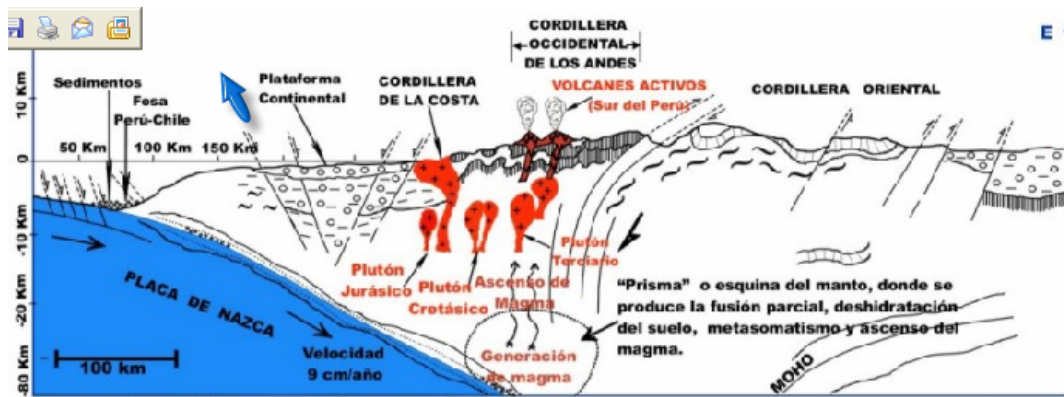


Fig – 04: Sección simplificada del borde occidental de Sudamérica, mostrando la Cordillera de los Andes, el volcanismo holocénico y su relación con la subducción de la placa de Nazca. La posición de los plutones, corresponden a la progresión de las zonas de fusión parcial de oeste a este, conforme evoluciona la subducción (Compilado y modificado de Janjou-Bourgois, 1982).

La sismogénesis para los terremotos en el Perú clasifica los sismos como intraplaca o sismos asociados a fallas superficiales, sin embargo es importante recordar que los segundos son también producto de las fuerzas desarrolladas por el fenómeno de migración de las placas tectónicas y la subducción de la placa de Nazca.

La sismicidad histórica indica que en el sur del país se han registrado sismos desde el año 1582 con magnitudes que han superado los 7.5 grados en escala de Richter con consecuencias graves, que se han sentido hasta el centro del Perú. Desde, el 13 de Agosto de 1868 en el que hubo un sismo de grado 8.6, hasta la fecha se viene viviendo un SILENCIO SISMICO.

De acuerdo al cuadro la serie histórica de los eventos sísmicos ocurridos en el Sur del Perú en la que está involucrado Apurímac; observamos que los eventos de mayor significación que afectaron la región, han sido de gran intensidad, la misma que varía entre el rango de III a V grados, mientras dentro del mapa de zonificación sísmica del Sur, Apurímac esta considerado en zona de sismicidad alta.

### 3.7.2 RIESGO SÍSMICO

La información más reciente referida a peligrosidad sísmica para la zona se encuentra en la ponencia "Peligrisidad Sísmica en el Sur del Perú" (D. López y J. Olarte -CISMID - UNI - 2001) en la que se realiza un análisis de la distribución espacial de la sismicidad tanto en planta como en profundidad así como un análisis estadístico que establece gráficas y ecuaciones de periodos de retorno para trabajos de predicción sísmica.

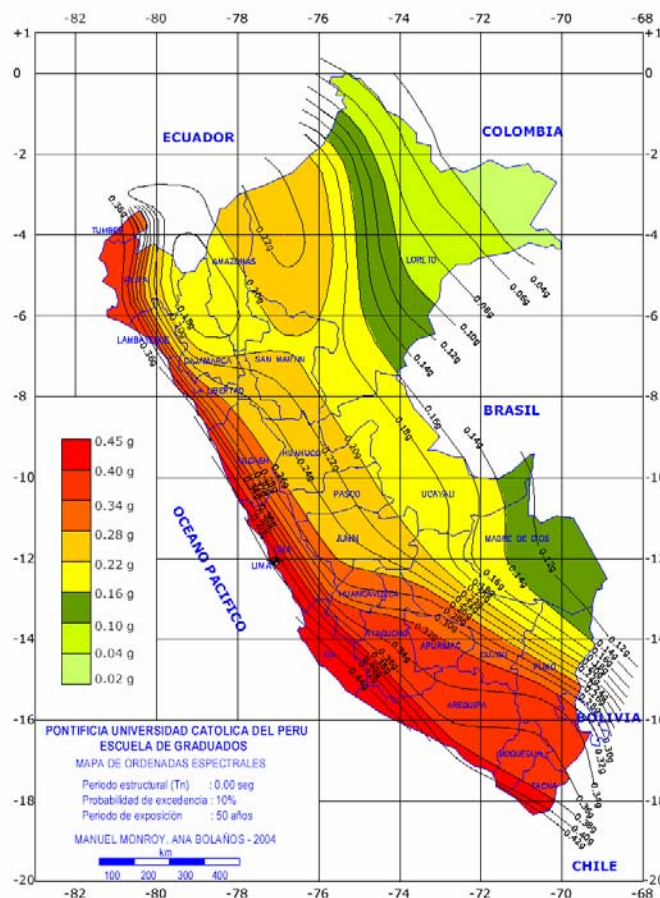


Fig-05: Mapa de Ordenadas Espectrales Sísmicas del Perú

En el Mapa de Ordenadas espectrales al 10% de probabilidad de ocurrencia en un periodo de exposición de 50 años. Elaborado por la Pontificia Universidad Católica del Perú se puede observar que para Abancay le corresponde un sismo de 0.32g.

### 3.7.3 ANTECEDENTES DE SÍSMICA EN EL DEPARTAMENTO DE APURIMAC

La actividad sísmica de la región es registrada por la estación sísmica de Chalhuanca a 2,900 m.s.n.m. a 110 Km al Sur Oeste de Abancay, las coordenadas geográficas son:

- 14°17'40" Latitud Sur
- 73°14'64" Longitud Oeste.

Los datos reportados por Instituto Geofísico del Perú y que aparecen en otras fuentes han sido recopilados ordenados cronológicamente y presentados en el cuadro que se muestra a continuación.

Tabla GL- 02 Cuadro de eventos sísmicos de Apurimac

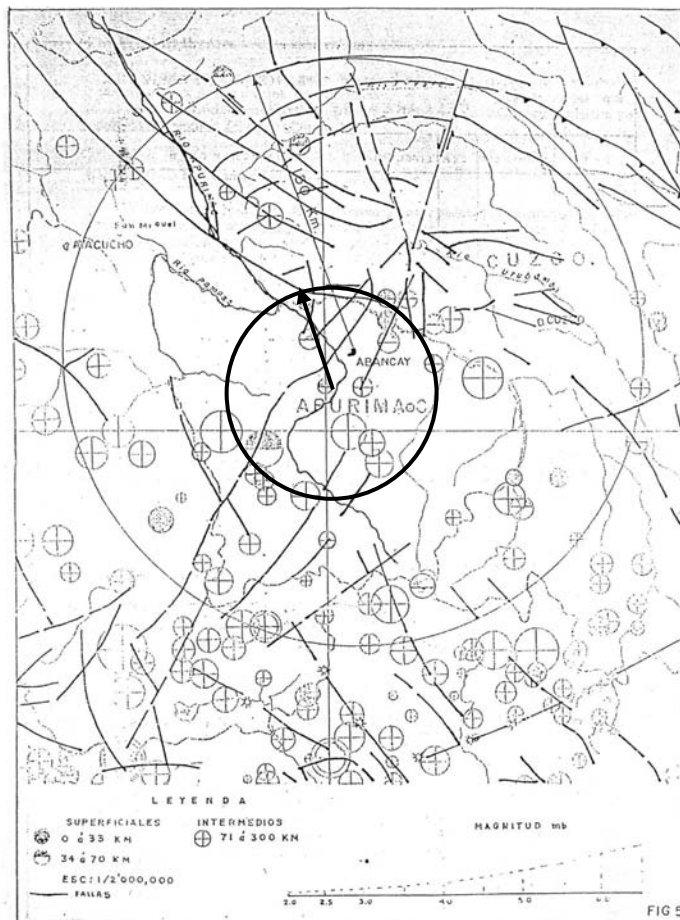
LUGAR	DAÑOS Y AREA AFECTADA	FECHA	INTENSIDAD
Cusco	Terremoto del Cuzco, cuyos efectos se ha notado en la ciudad de Abancay y Andahuaylas.	1650-01-31	
Aymaraes	Terremoto en el pueblo de Santa Catalina provincia de Aymaraes y poblaciones aledañas.	1739-03-24	
Huancarama	Terremoto destruye el pueblo de Huancarama al oeste de Abancay.	1847-01-01	
Andahuaylas	Terremoto ocasionado en Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.	1862-04-13	
Cotabambas	Sismo de regular intensidad con destrucción de algunas viviendas y daños materiales.	1870-07-10	
Abancay	Fuerte sismo en Abancay a las 21.30 produciendo aberías en muchas edificaciones con 27 replicas hasta las 06 a.m. del día siguiente, fue percibido en forma notoria en Curahuasi.	1875-12-05	
Abancay		1876-01-04	IX MM
Abancay	Terremoto ocasionado en Huamanmarca, al SW de Abancay, cuyo pueblo quedo desolado a consecuencia de este fenómeno.	1905-01-20	
Aymaraes	Violento sismo en la provincia de Aymaraes, puente Huayquipa, Sañayca, con daños en Colcabamba, Amoray, murieron mas de 150 personas con replicas en Chalhuanca, Abancay con daños en las construcciones.	1913-11-04	
Abancay	Sismo de gran intensidad con extensos daños	1925-01-05	VI MM
Cusco	Gran sismo que afecto fuertemente las zona urbana.	1941-09-18	VI – VII
Cusco	Histórico sismo que asoló la ciudad y alrededores.	1950-05-21	VI MM
Aymaraes	Terremoto que afectó las viviendas de comunidades en toda la zona	1964-07-01	(5.3) MM
Chalhuanca	Sismo de proporciones con consecuencias en toda la zona.	1965-12-19	(5.1) MM
Chuquibambilla	Fuerte temblor sentido en la población y alrededores.	1969-06-12	(5.2) MM
Aymaraes	Sismo destructor en Soraya, Mosecco, Sañayca, Toraya: ubicados al margen izquierdo del río Pachachaca. Los deslizamientos destruyeron diversos tramos en la carretera Abancay Chalhuanca.	1971-10-14	
Cotaruse – Aymaraes	Sismo de regular intensidad con afectación de construcciones.	1994-06-16	(4.4) MM
Antabamba	Sismo de 6.2 en la escala de Richter con daños materiales en construcciones de viviendas.	2001-08-08	

FUENTE: IGP - ING. JUAN C. GOMEZ

A continuación información más detallada sobre el sismo de Antabamba el 2001-08-08:

- Miércoles 08 de Agosto del 2001, el sismo ocurrió a las 21.07 hora local (0307 GMT) con una magnitud de 5,0 grados en la escala de Richter, con su epicentro a 31 kilómetros al suroeste de la zona de Antabamba, en el departamento andino de Apurímac, según el Instituto Geofísico del Perú. El temblor duró unos nueve segundos y registró una profundidad de 48 kilómetros. El saldo fue de al menos dos muertos, 20 heridos y decenas de viviendas destruidas. Otras fuentes reportan el mismo hecho de la siguiente manera: El 8, 9,10 de Agosto del 2001 a horas 21:07, se produjo un violento movimiento sísmico en la provincia de Antabamba afectando a 2 provincias, 07 distritos y comunidades de Cjocho y Chuñohuacho, Mollebamba, Silco Calcauso, Curasco, Distrito Juan Espinoza Medrano Molloco, Huaquirca y Matará; Sabayno, Pachaconas y Huancaray; El Oro Ayahuay, Pataypampa con 60 damnificados y 121 viviendas afectadas, 04 fallecidos, 27 heridos, 1061 damnificados, 235 viviendas destruidas, 678 viviendas afectadas y 07 centros de salud afectados, con una magnitud de grado 6.2 en la escala de Richter y una intensidad de IV –V en la escala de Mercalli Modificada.

## MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD



FUENTE: IGP

Fig- 06 Distribución espacial de la Sismicidad

Si se observa con cuidado el presente mapa de distribución espacial de los sismos en la región se aprecia que existen dos fallas geológicas importantes SW-NE a cierta distancia de la ciudad de Abancay.

Para comprender adecuadamente la figura es necesario entender que la gráfica en la parte inferior derecha indica la relación que tienen el diámetro de los círculos con la magnitud de los sismos y la simbología utilizada (círculo manchado totalmente, parcialmente o sin mancha) tiene relación con la profundidad focal. Bajo esta consideración se puede apreciar que los sismos próximos a la ciudad de mayor magnitud son los de menor profundidad focal.

De esto se puede concluir que son las fallas geológicas existentes en las proximidades las que originan los mayores eventos sísmicos en la región y por consiguiente las fallas geológicas marcadas son sísmicamente activas.

### **3.7.4 RIESGO SÍSMICO DE APURIMAC**

Aún cuando en la zona existió un elevado tectonismo, las que es responsable de los sistemas denominado “Fallas de Abancay” ubicados en la zona Norte de la ciudad, en dirección predominante de SW-NE, dislocando el plegamiento Herciniano en un “Horst” habiendo formado un alto estructural impresionante en las alturas del Ampay, ya que las rocas que afloran en la cima son más antiguas. La mayoría de los sismos que han afectado la ciudad han tenido sus epicentros, principalmente en las provincias de Aimaraes, Grau y Antabamba y están más bien relacionados con el sistema de fallas activas de Aymaraes – Antabamba y las fallas del Cusco.

Sin embargo la posibilidad de la ocurrencia de un fenómeno de este tipo es latente, ya que la zona presenta evidencias de cambios bruscos y existe fallas regionales en actividad, la que podría asociarse a fenómenos de remoción de masa (deslizamiento de tierras) en zonas de ladera, altamente higroscópicos.

Los estudios hechos por el Ing. Juan C. Gómez 1998 indican que en ese entonces se encontró actividad sísmica del tipo tectónica local, ocasionada por los sistemas de fallas geológicas emplazadas en las inmediaciones del Nevado Ampay (Falla Sahuanay).

En 1997 cuando ocurrió el deslizamiento de Cocha Pumaranra, el suscrito observo el estallido de rocas, tanto en la zona de Cocha Pumaranra como en la parte alta de Los Olivos, Sahuanay, por lo que corrobora que las áreas de fallas estructurales ubicadas al norte de estos lugares (Falla Sahuanay), podría ser una de las causas de los problemas geodinámicos en este sector (fallas Sismotectónicas Activas).

## **3.8 GEODINÁMICA EXTERNA**

### **3.8.1 COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS**

La mitad de la subcuenca Mariño se conforma por rocas ígneas (granito, granodiorita, dioritas). Estos se hallan al sur del poblado, sin embargo hacia el Norte presentan rocas sedimentarias muy tectonizadas y que forman el alto estructural de Abancay. El

valle se halla recubierta por depósitos recientes (cuaternarios) fluviales, alternados con masas calcáreas costrificadas, denominadas “caliche” que su comportamiento geotécnico es de regular a bueno y finalmente se hallan depósitos coluviales procedentes de la erosión de las rocas sedimentarias arcillosas de color rojo, gris hasta negro, que constituyen los mejores suelos de cultivos de la zona y dicho sea de paso alberga a la mayor masa de cobertura vegetal de la zona, pero su comportamiento geotécnico es malo regular, sensible a procesos de remoción en masa.

Las rocas calcáreas de la parte Norte son acuíferos de tipo kárstico, que reciben la alimentación de los deshielos del glaciar Ampay, por lo que, la quebrada Sahuanay tiene su curso seco sin agua típico de los valles kársticos y por recarga directa de la precipitación pluvial que ocurren sobre los afloramientos calcáreos, los que aguas abajo descargan en forma de manantiales, como es el caso de Chichichaca, Maucacalle, marca Marca, San Antonio y las descargas de agua subterránea que forman el río Nacchero. Esta característica confirma el flujo subterráneo y su sensibilidad a la saturación de los suelos en la ladera que posibilita su remoción de masas en los suelos cuaternarios de cobertura.

### **3.8.2 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INESTABLES**

La ciudad de Abancay se encuentra amenazada por la ocurrencia de eventos de fenómenos geo-climáticos en actividad que se hallan latentes en la ciudad y su entorno inmediato. Es importante indicar que parte de estos fenómenos, han sido provocados, producto de intervenciones no controladas.

#### **3.8.2.1 DESLIZAMIENTO COCHA PUMARANRA Y ZONAS ALEDAÑAS**

Ocurrido en la madrugada del 18 de febrero de 1997 que afectó a las Comunidades Campesinas de Cocha y Pumaránra, sepultando a 122 comuneros, dentro de ellos animales, viviendas y suelos agrícolas. El evento se produjo en dos fases, el primero fue un deslizamiento de tierras, y el segundo un desprendimiento de rocas y suelos, que cubrió toda esta zona llegando hasta el Río Colcaque, (según versiones de los moradores).

El riesgo representó no solo para Cocha Pumaránra, sino también para Querapata, comunidades ubicadas sobre este tipo de materiales como San Antonio, que tienen las mismas características de suelos y rocas en la zona norte, que posibilitaron el movimiento en masa, representando alta vulnerabilidad en el sector.



Foto – 23: Vista panorámica del deslizamiento Cocha Pumaránra ubicado en la margen derecha del río Colcaqui, afluente del río Mariño

### **3.8.3 ZONAS DE PELIGRO GEOLOGICO-CLIMÁTICO (GEODINÁMICO)**

El riesgo potencial de que ocurran desastres naturales en Abancay es grande; oscila entre un 60% de probabilidad, sobre todo en cuanto a desastres generados por aluviones y sismos fuertes (fenómenos geológico-climáticos).

#### **3.8.3.1 ZONA DE PELIGRO ALTO**

Dentro de esta zona se considera especialmente la parte norte, intermedia entre la ciudad y el Cerro Ampay:

- Peligro geológico-climático de reactivación del deslizamiento en Cchocha – Pumaránra.
- Peligro climático de una crecida de aguas de la quebrada Sahuanay Chinchichaca y posible desborde de las lagunas.
- Deslizamiento de tierras o rocas, tanto en zona urbana y pie de ladera.
- Peligro geológico-climático de corrimiento de suelos (parte alta de FONAVI)
- Derrumbe en la margen derecha de la quebrada Sahuanay.

#### **3.8.3.2 ZONA DE PELIGRO MEDIO**

Dentro de estas zonas se han calificado algunas zonas intermedias y altas que tiene elevada pendiente, entre estas tenemos:

- Torrentera final entre las quebradas Sahuanay – Chinchichaca.
- Franja intermedia entre Tamburco y Comunidades de San Antonio, Querapata.
- Toda la margen izquierda río Colcaque y Mariño, parte de Aymas.

#### **3.8.3.3 ZONA DE PELIGRO BAJO**

- Especialmente zonas de moderada a baja pendiente, con suelos calichosos que tienen buena capacidad portante frente a las edificaciones, suelos granulares.



### **3.8.4 PARÁMETROS DE PROCESOS MORFODINÁMICOS**

El desarrollo de este título se refiere a los deslizamientos, derrumbes, flujos o corrientes de barro, condiciones de estabilidad lagunar así como a las características de las lagunas de Ampay, Ancascococha y Runtocococha considerando los aportes ofrecidos por el Ing. Serrano. 1998

#### **3.8.4.1 DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES**

Según el Mapa Geodinámico se observa que la cuenca ha sufrido grandes procesos de remoción en masa durante el Cuaternario; del estudio geomorfológico deducimos que el relieve aluvial así los cordones morrénicos son coetáneos dentro del periodo glacial, luego los flujos de barro antiguos; los aluviones y deslizamientos antiguos corresponden al período post-glacial que cubren grandes áreas y se encuentran estabilizados en la actualidad, éstos se ubican en las laderas del Nevado Ampay, al pie de Huayllabamba, Trujipata, Humccata, Sahuanay y Querapata al Norte de Tamburco.

Los deslizamientos potenciales se ubican en las márgenes de los ríos tributarios, especialmente en Nashiro, Sahuanay y Colcaque por la constante erosión de sus riberas que debilitan el soporte de los escombros de laderas constituyendo áreas colapsables.

#### **3.8.4.2 FLUJOS O CORRIENTES DE BARRO**

En la parte Sur del Mapa Geodinámico (Trujipata) existe una zona cubierta por flujos de barro estructural antiguo arrancada desde Maranpampa cuyo descenso gradual fue detenido al llegar al llano Aluvial.

Otro flujo de barro antiguo en la quebrada Sahuanay que provienen del desplazamiento de los depósitos morrénicos y de las tutitas negras del grupo Copacabana por la acción dinámica de las aguas emanadas del sub-suelo constituyendo depósitos caóticos y de naturaleza heterogénea.

En el desplazamiento de estos flujos se han diferenciado dos etapas, correspondiendo la más moderna a los depósitos dejados por el huayco que tuvo lugar en el año 1951, el cual ocasionó daños materiales y pérdida de vidas.

Otros huaycos importantes datan de Febrero de 1975 y Marzo de 1986 en Tamburco y en la quebrada Ñacchero respectivamente.

### **3.8.5 CONDICIONES DE ESTABILIDAD LAGUNAR**

Para determinar las características de los fenómenos de inestabilidad asociados a las lagunas existentes al pie del Nevado Ampay se realizaron visitas de campo en el mes de agosto del 2006 que incluyen la ejecución de observaciones y mediciones realizadas por el equipo técnico que suscribe este informe las que fueron complementadas y contrastadas con la información existente de informes anteriores entre los que destaca el del Ing. Aurelio Serrano en 1990.

### **3.8.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA USPAYCCOCHA**

La laguna Uspaycocha (Ampay) tiene una longitud de 500 m y ancho medio de 100 m con una profundidad estimada en 8 m. La alimentación proviene de los deshielos del nevado Ampay y de las precipitaciones pluviales, las que se estiman entre 750 a 800 mm/año, estas aguas discurren debajo de los escombros de la quebrada y floran en un manantial a 100 m. del extremo norte de la laguna con un caudal de 0.2 m<sup>3</sup>/seg. (Abril, 1984) y otros manantial cercano descarga un volumen de 10 Lt./seg. Parte de estas aguas era desplazada por el borde izquierda de esta laguna hacia la planicie existente en su extremo NE, esta acequia se encontraba inutilizable por un derrumbe en su tramo medio.

Un grueso cordón morrénico constituye el dique natural de esta laguna, habiéndose medido en su extremo sur una diferencia de 20 m. entre el espejo de agua y el borde superior de dicho cordón. En la actualidad según verificación, el volumen de agua de esta laguna estaría reduciéndose en un 20% aproximadamente.

Todo el área se caracteriza por la presencia de abundante vegetación (arbustos, gramíneas, etc.) que conjuntamente con el cordón morrénico, han dado condiciones de seguridad a este reservorio natural.

### **3.8.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA ANCASCCOCHA**

La laguna de Ancascococha a 2 Km. al sur de la laguna Ampay se encuentra delimitada por la convergencia de dos crestas morrénicas, tiene una longitud aproximada de 120 m. y un ancho de 80 m. con una profundidad estimada de 3 m en los meses de lluvias sus aguas se incrementan a 150 m. de largo y un tirante de 1 m. Según verificación actual esta laguna también viene perdiendo volumen de agua.

Superficialmente dicha laguna recibe una descarga de 5 lt/seg. que viene de un pequeño manantial que aflora a 50 m. de su borde septentrional, es incrementado por las aguas de la quebrada superior con un pequeño caudal en los meses de lluvias, estos aportes desaparecen en los meses de estiaje (Junio-Noviembre) al igual que la alimentación hacia la laguna Ampay.

La vegetación es un extenso bosque que cubre toda el área, dicha vegetación va en aumento progresivo desde las partes bajas. Por este factor favorable, las paredes de la laguna Ancascococha presentan, en general, buena estabilidad, excepto un punto aislado con un talud casi vertical y libre de vegetación que se encuentra próximo al extremo sur de la laguna en el borde superior de la cresta morrénica oriental. El ángulo de inclinación de dicho borde varía entre 50° y 60°, mientras que el del lado opuesto (occidental) es de 40°.

El drenaje de esta quebrada de origen glaciar, donde se emplazan las dos lagunas descritas, es subterráneo. En efecto las filtraciones que se producen de los deshielos del nevado Ampay, de las precipitaciones que se producen y de las mismas aguas de las lagunas dan origen a un flujo subterráneo que circula favorecido por la permeabilidad del subsuelo y en sentido de la gradiente hidráulica (Nor-oeste a Sur-

este), este flujo subterráneo aflora en los cambios de pendiente topográfico a 500 m. al sur de la laguna Ampay, a 50 m. al norte del borde norte de la laguna Ancascococha y a 650 m. del borde sur aguas abajo aflora un manantial colector principal con un caudal de 200 lt./seg. (**Sitio del huayco del año 1951**), este caudal emerge por este punto durante todo el año con cierta variación en su descarga, estas cifras nos pueden dar una idea del valor del volumen de agua que se infiltra en las zonas las lagunas Ancascococha y Ampay.

Por el acuífero formado por los depósitos morrénicos circula una napa freática de pendiente hidráulica promedio  $i = 23\%$ , teniendo como lecho impermeable las calizas del grupo Copacabana. En la actualidad este peligro a disminuido por la perdida de áreas glaciares en el Nevado Ampay.

### **3.8.5.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS RUNTOCOCHA Y TRIBUTARIAS**

La laguna Runtococha recoge las aguas provenientes de las tres lagunas cercanas ubicadas a 4 Km. aguas arriba, estas son las lagunas: Morococha, Jejeraycocha y Alfalla. Estas lagunas se ubican en la parte alta de la quebrada Huacracucho, se ubican en antiguas depresiones morrénicas amplias y poco profundas con taludes suaves y cubiertas de pastos naturales, sus diques frontales son rocosos y todas tienen desagüe.

La laguna Runtococha tiene un espejo de agua de 6.9 Ha.; su profundidad estimada es de 3 metros, la fuente de alimentación proviene de 3 lagunas, la laguna Jejeraycocha con un caudal de 110 lt./seg. aproximadamente; luego de la laguna Morococha con 60 lt./seg. y de las descargas de la laguna Alfalla con 40 a 50 Lt./seg.. El desagüe de la laguna Runtococha es a través del río Huacracucho con un caudal de 200 lt./seg. aproximadamente (Setiembre, 1985).

La laguna de Morococha tiene un espejo de agua de 4.3 Ha. y una profundidad estimada de 3 m su alimentación es por lluvias y pequeñas acequias. La laguna Jejeraycocha es la más grande con 7.9 Ha., tiene una profundidad estimada de 4 m en sus bordes es de 0.5 m, el nivel de aguas sube de 30 a 50 cm. en los meses lluviosos, su alimentación es por las precipitaciones y una red de pequeñas acequias. La mayor de un caudal de 10 lt./seg. La laguna Alfalla tiene un espejo de agua de 4.2 Ha. siendo su profundidad de 3 m aproximadamente.

Todas las lagunas descritas y las circundantes presentan actualmente una buena estabilidad.

## **CAPÍTULO 04**

# **HIDROLOGÍA**

#### 4.1 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

El presente estudio se basa en el análisis de la información hidrológica e hidráulica de la ciudad de Abancay, habiéndose realizado trabajos de campo e identificado la cuenca del Río Mariño como cuenca principal. Para la zona del estudio de la ciudad de Abancay se ha identificado la superficie total de la cuenca del Valle de la ciudad de Abancay denominada la cuenca del río Mariño con una extensión de 222.9607 KM<sup>2</sup>. en la que se encuentran cinco cuencas tributarias: Ñacchero, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Anishayco - Alízar.

Se han delimitado e identificado las zonas inundables de la ciudad de Abancay.

Se ha realizado así mismo el análisis estadístico de la información hidrometeorológica disponible en la zona de estudio basada en información que proporcionan las estaciones hidrometeorológicas de la región inicialmente se ha tomado como base veintiocho estaciones de la región siendo estas las de: La Raya, Anta, Calca, Caycay, Combapata, Corpac, Chitapampa, Kayra, Pisac, Perayoc, Pomacanchi, Sicuani, Urcos, Urubamba, Yucay, Zurite, Acomayo, Ccatcca, Livitaca, Paruro, Paucartambo, Santo Tomás, Yauri, Mollepata, Abancay, Curahuasi, Antabamba y Challhuanca las que influyen directamente en la Cuenca:

Por el ámbito del proyecto se han discretizado a cinco estaciones que influyen directamente en la cuenca, siendo estas las de Abancay, Mollepata Curahuasi, Antabamba y Challhuanca basados en registros mensuales continuos y conjuntos de 37 años desde 1,964 a 2,000.

Finalmente el proyecto cuenta con una estación índice: La de Abancay con registros mensuales continuos y conjuntos de 37 años desde 1,964 a 2,000. Los registros elaborados han permitido elaborar los siguientes modelos hidrológicos:

- Modelo Hidrológico Sistematizado de Parámetros Hidrometeorológicos para la Cuenca del Río Mariño
- Modelo Hidrológico de Generación de Caudales Mensuales para la Cuenca del Río Mariño
- Cuatro Modelos Hidrológicos de Generación de Caudales Máximos para la Cuenca de los ríos: Ñacchero, Río San Luís, Ullpahuayco, Chinchichaca, Veronicayoc, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata, Anishuayco Alízar.
- Modelo Hidrológico de Generación de Caudales Mínimos para la Cuenca del Río Mariño
- Modelo Hidrológico de Generación de Caudales Sólidos por Arrastre para la Cuenca del Río Mariño
- Modelo Hidrológico de Generación de Caudales Sólidos en Suspensión para la Cuenca del Río Mariño
- Modelo Hidrológico de Generación de Caudales Sólidos Totales para la Cuenca del Mariño

Para poder confirmar estos modelos se han realizado aforamientos de los Ríos Mariño, Ñacchero, San Luís, Ullpahuayco, Chinchichaca, Veronicayoc, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Anishuayco Alízar en el mes de Marzo del año 2,006. Estos estudios se han utilizado como información base en el estudio de turbulencia de los principales rios de la cuenca del Río Mariño.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL RÍO MARIÑO

### 4.2.1 ÁREA DE LA CUENCA

El Área total corresponde a los 222.9607 KM<sup>2</sup>. , se encuentra subdividida en cinco cuencas tributarias, las cuales son: Ñacchero, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Anishayco - Alízar. Ver mapa No. 07 Sub Cuencas Hidrológicas.

### 4.2.2 LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Considerando como la naciente del río Mariño, el cauce principal del río Marcahuasi, la longitud del cauce de la cuenca del río Mariño es de 20 kilómetros.

### 4.2.3 PENDIENTE PROMEDIO

La pendiente promedio del cauce principal es del 11.75 %.

### 4.2.4 HIDROGRAFÍA

La cuenca del Río Mariño presenta la siguiente distribución de áreas hidrológicas:

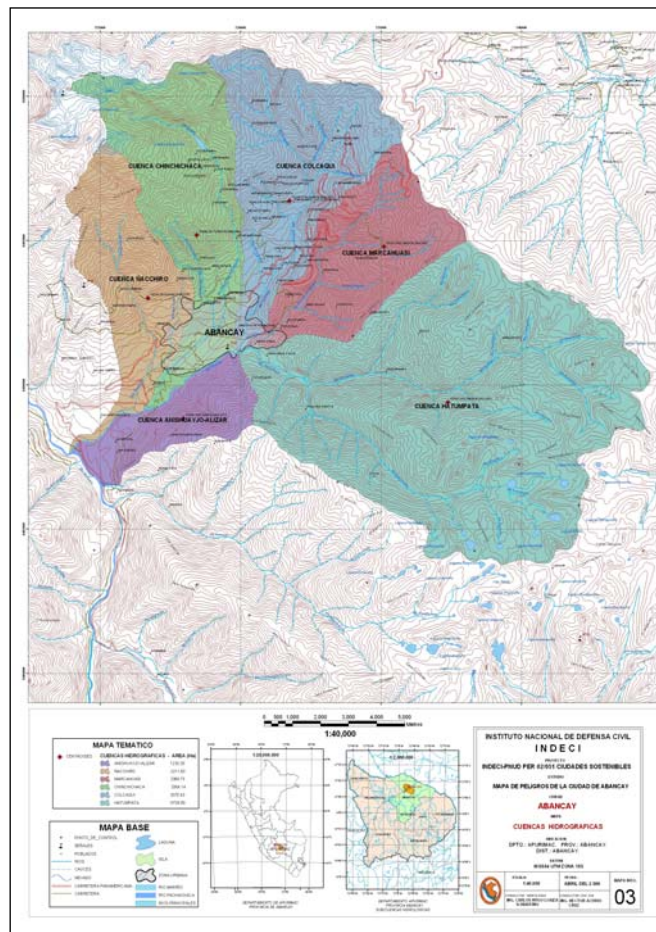
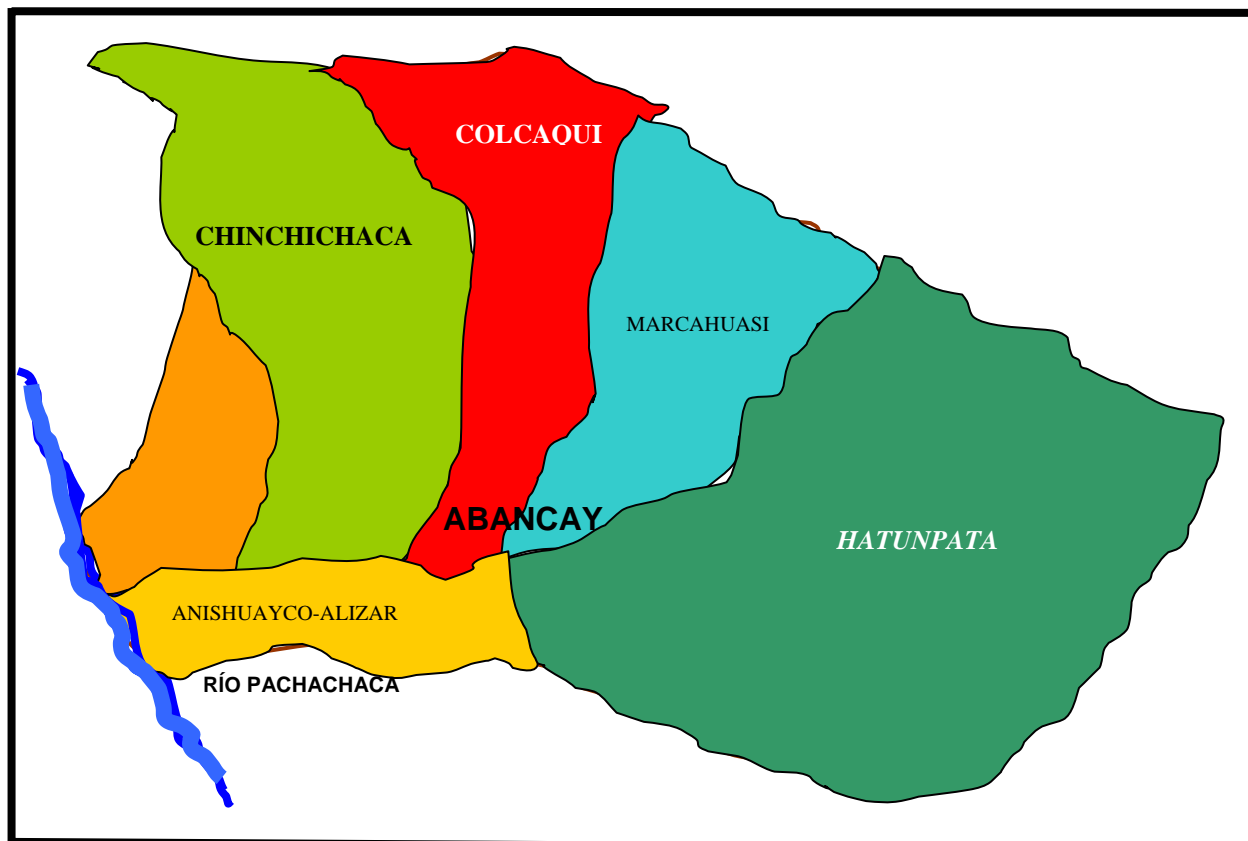


Figura H- 01 Mapa de cuencas tributarias del Río Mariño

Tablas H- 01 Cuencas Tributarias Del Río Mariño

Cuenca	Superficie (Km <sup>2</sup> )
Nacchero	22.1183
Chinchichaca	33.6414
Colcaqui	33.7043
Marchuasi	23.8073
Hatunpata	97.3559
Anishuayco – Alízar	12.3335
<b>Total</b>	<b>222.9607</b>

Fuente: Carta Nacional



Fuente: Carta Nacional

Figura H- 02 Cuencas Tributarias Del Río Mariño

#### 4.2.5 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La principal fuente de recurso hídrico de esta cuenca, la constituyen el Nevado Ampay y la laguna de Uspaycocha en la cuenca del río Chinchichaca y las lagunas de Runtuccocha, Jejeraycocha, Alfalla, Chinchilla, Yauricocha y Yanacocha en la cuenca del río Hatunpata .

La cuenca se inicia hidráulicamente como curso de agua en los ríos Marchuasi y Hatunpata. El río Marchuasi tiene su nacimiento en el cerro Incaperja a una altura de 4,050 msnm. drenando una superficie de 22.1183 km<sup>2</sup>. El río Hatunpata nace de la unión de dos ríos principales: el río Puruchaja y el río Runtuccocha.

El Río Puruchaja nace en el cerro Palta a una altura de 4,500 msnm. formando el cauce principal de Puruchaja, al que se le unen los ríos Chulluncuy, Uchuhuacho, Sipitillayoc, para formar el río Cuchaya, al que se le une el río Chununa, al que se le unen finalmente los ríos Cancaloc y Apusura, para formar el cauce principal del Puruchaja aguas abajo, drenando una superficie de 59.10 Km<sup>2</sup>.

El Río Runtucchoa nace en la laguna de Runtucchoa a 4,450 msnm., aguas abajo recibe la contribución de las lagunas de Jejeraycocha, Alfalla, Chinchilla, Yauricocha y Yanacocha, drenando una superficie de 35.07 Km<sup>2</sup>.

La unión de los ríos Puruchaja y Runtucchoa forman el río Hatunpata cubriendo una superficie de 97.3559 km<sup>2</sup>.

Los Ríos Marcahuasi y Hatunpata se encuentran en la zona Este de la ciudad de Abancay formando el Río Mariño, que aguas abajo recibe la contribución de los ríos Colcaqui, Chinchichaca y Ñacchero.

El Río Colcaqui nace en la laguna de Yanacocha a 4,500 msnm., aguas abajo recibe la contribución de los ríos Arapato, Yanajaja, Cahimayo, Layanhuayco, Laymijasa y Veronicayoc, drenando una superficie de 33.7043 Km<sup>2</sup>. para luego unirse al río Mariño en el centro de la ciudad de Abancay.

El Río Chinchichaca nace en el nevado Ampay a 5,235 msnm., aguas abajo recibe la contribución de las lagunas Tornococha, y Uspaycocha, finalmente recibe la contribución del río Ullpahuayco al norte de la ciudad de Abancay, drenando una superficie de 33.6414 Km<sup>2</sup>. para luego unirse al río Mariño al sur de la ciudad.

El Río Ñacchero nace en el nevado Ampay a 5,235 msnm., Ver mapa No. 08 Área de Nevados y Lagunas., continuando el curso natural de la quebrada de Ampay recibe las aguas de la laguna Huilcacochoa y los deshielos del nevado Jellojasa, aguas abajo recibe la contribución del río San Luís, drenando una superficie de 22.1183 Km<sup>2</sup>. para luego unirse al río Mariño al sur de la ciudad de Abancay.

El Río Mariño recibe la contribución de cinco cuencas principales: Ñacchero, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi y Hatunpata así como de una superficie de drenaje denominada Anishuayco-Alízar, drenando una superficie de 222.9607 Km<sup>2</sup>.

#### **4.2.6 FORMA DE LA CUENCA**

La cuenca tiene la forma cuadrada, con la salida en el vértice de uno de sus lados, tiene una relación de forma de 0.30.

#### **4.2.7 CLIMATOLOGÍA**

##### **LA ESTACIÓN DE ABANCAY**

Instalada desde el año de 1,964, cuyos registros son básicamente de Precipitaciones diarias.

La Precipitación Promedio anual es de 598.24 mm., la Precipitación Máxima Anual es de 875.0 mm. y la Precipitación Mínima Anual de 179.00 mm. Por lo que se pudo observar una mayor intensidad de precipitaciones en las partes altas de la cuenca.



#### 4.2.8 FISIOGRAFÍA

La Fisiografía de la cuenca es variada y accidentada, cuenta con una superficie Glaciar localizada entre los 4,500 msnm. a 5,200 msnm. con áreas de origen Fluvioglaciar a partir de los 4,500 msnm. Entre los 4,500 y los 3,800 msnm. la zona es de superficie Puna Montañosa. Entre los 3,800 msnm. y los 3,100 msnm. son quebradas erosionadas e inestables. A partir de los 3,100 msnm. hasta los 2,400 msnm. son valles con gran acumulación de material coluvial que presenta zonas de erosión y deposición. Desde los 2,400 hasta los 1,700 msnm. son superficies con bastante cobertura vegetal y pendientes moderadas que presentan gran acumulación de material Aluvial con zonas frecuentes de erosión local con granulometría heterogénea.

#### 4.2.9. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA CUENCA

De acuerdo a sus características hidráulicas y cauces naturales, la cuenca del Río Mariño se ha distribuido en seis cuencas tributarias. Las cuencas aportan en función a áreas y al número de orden de sus cauces principales de la siguiente forma:

Tabla H- 02 Características Hidráulicas De La Cuenca De Mariño

Nombre de Cuenca	Río Principal	Área (Km2.)	Longitud del Cauce (Km.)
Nacchero	Nacchero	22.1183	12
Chinchichaca	Chinchichaca	33.6414	15
Colcaqui	Colcaqui	33.7043	14
Marchahuasi	Marchahuasi	23.8073	7
Hatunpata	Hatunpata	97.3559	16
Anishuayco – Alízar	Anishuayco – Alízar	12.3335	3
<b>Total</b>		<b>222.9607</b>	

Fuente: Carta Nacional

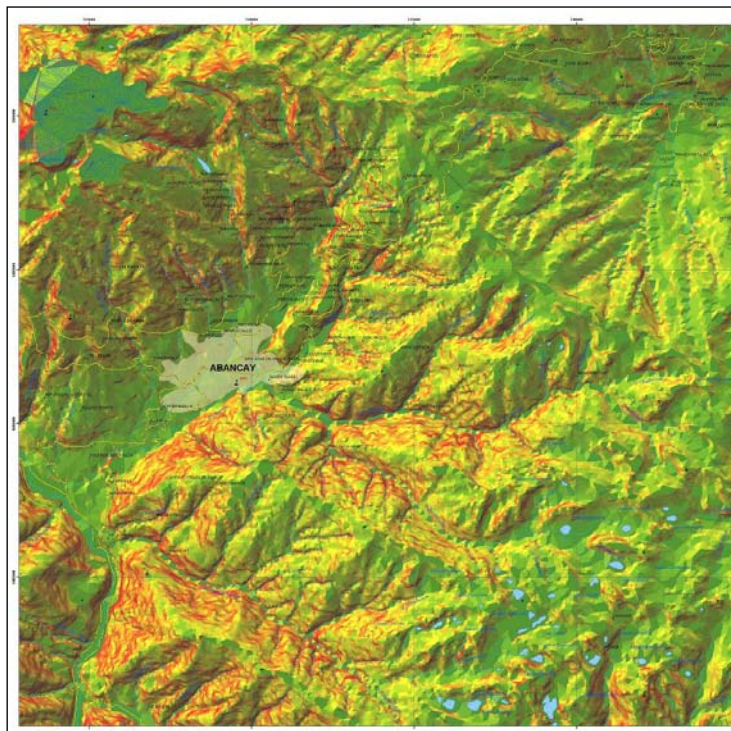


Figura H- 03 Mapa Fisiográfico de la Cuenca del Río Mariño

#### 4.2.10 HIDROGRAFÍA

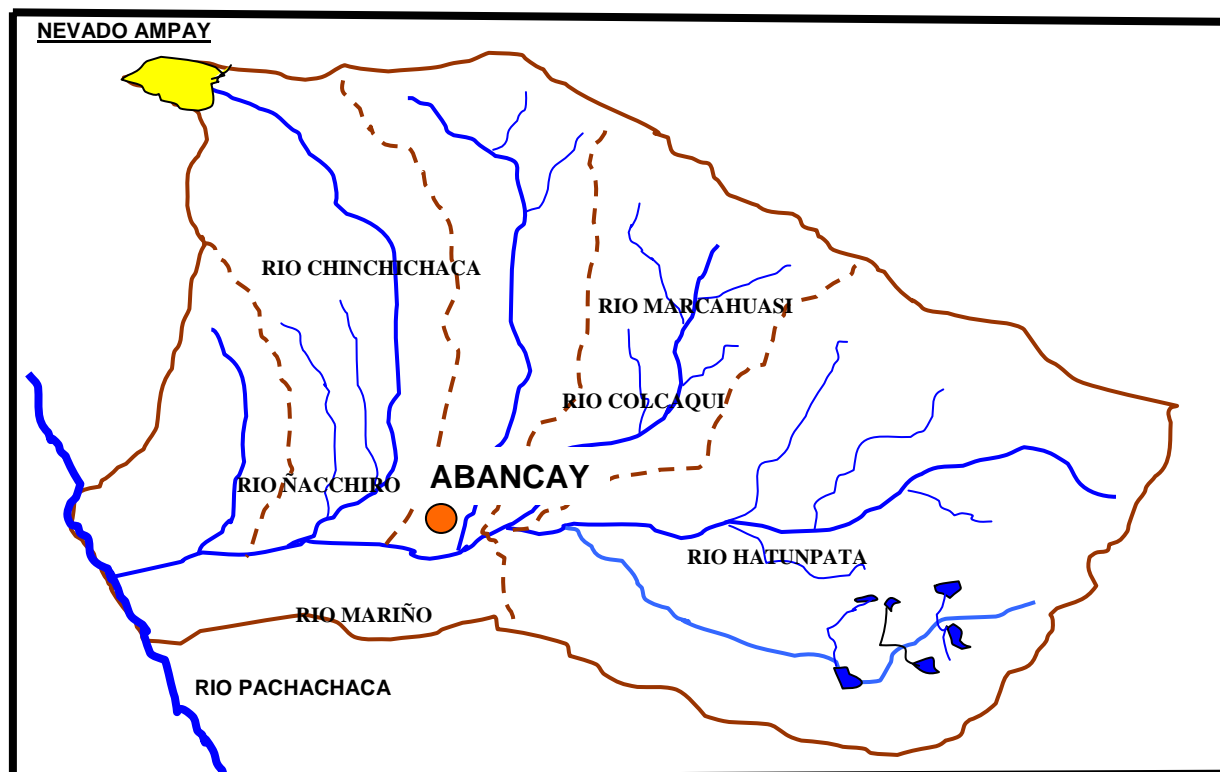
La Cuenca del río Mariño presenta cinco afluentes principales que son: los Ríos Ñacchero, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi y Hatunpata.

La Cuenca del Río Mariño se inicia hidráulicamente en la unión de los ríos Marcahuasi y Hatunpata.

El Río Hatunpata es un cauce importante en la cuenca por cuanto cuenta con el aporte de dos ríos principales: Puruchaja y Runtucchocha.

Luego de la unión de los ríos Puruchaja y Runtucchocha en la zona Este de la ciudad de Abancay, se forma el río Hatunpata que conjuntamente con el río Marcahuasi forman el cauce principal del río Mariño.

Al sur de la ciudad de Abancay el río Mariño recibe los aportes de los ríos Colcaqui, Chinchichaca y Ñacchero, para finalmente entregar sus aguas al Río Pachachaca, ubicado en la zona sur de la cuenca del Río Mariño.



Fuente: Carta Nacional

Figura H- 04 Tributarios del Río Mariño.

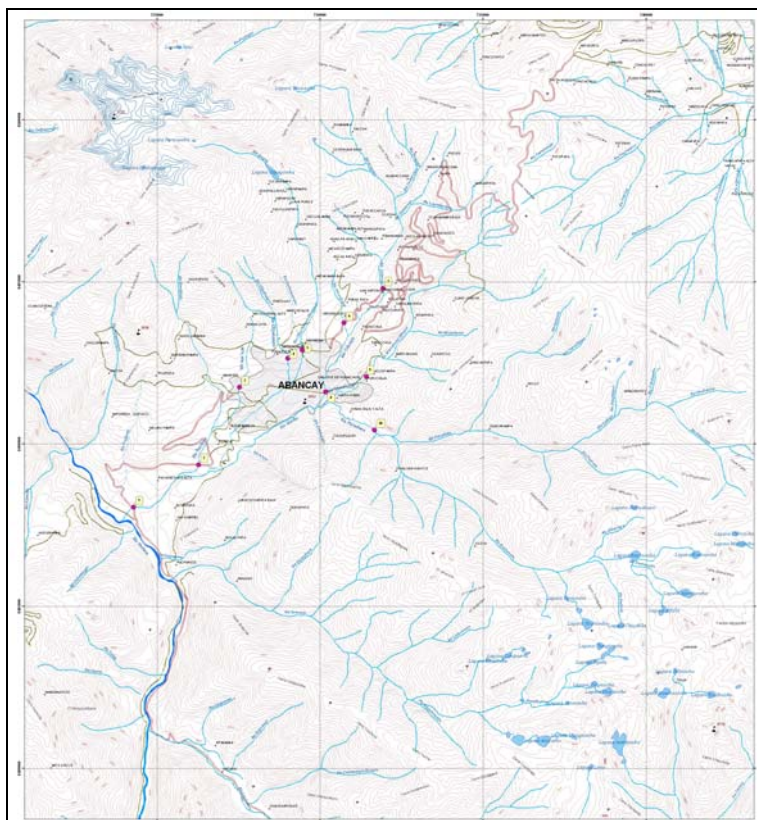


Figura H- 05 Mapa Hidrológico De La Cuenca Del Río Mariño

Las características hidráulicas de los cauces por cuencas de aporte se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla H-03 Número De Orden - Modelo De Horton

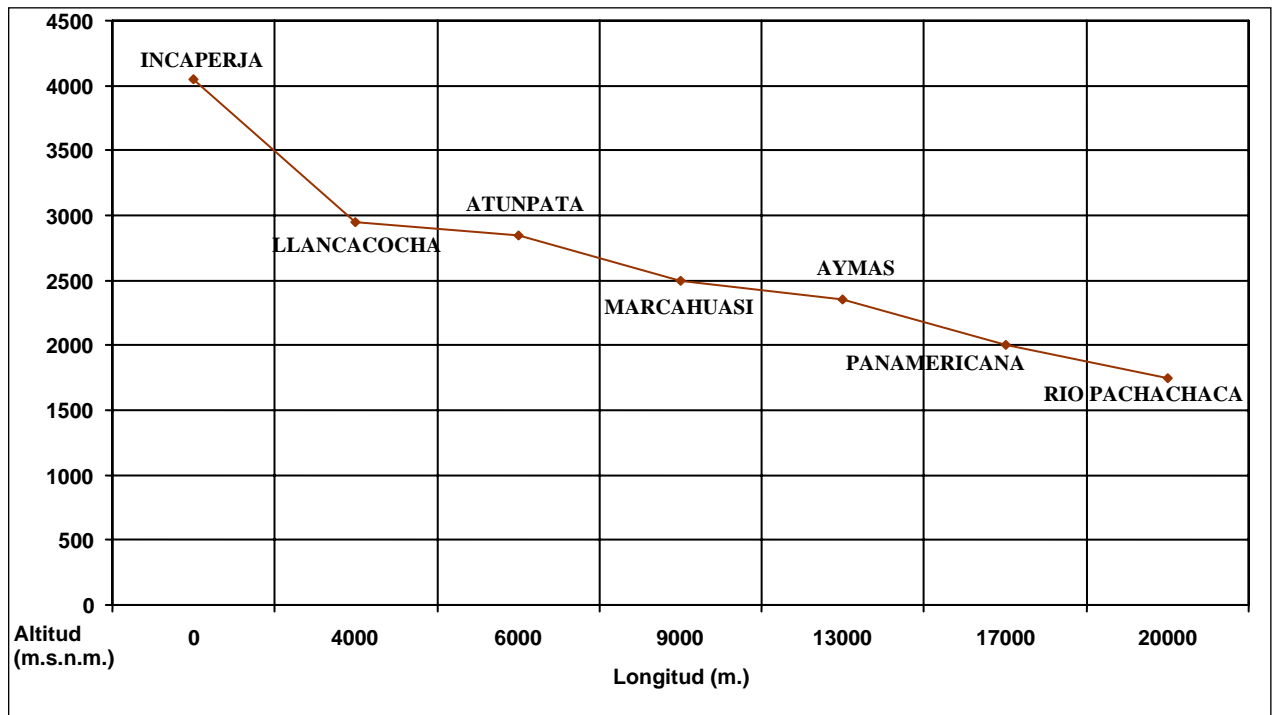
Cuenca	Número de Afluentes Directos	N°O° 1	N°O° 2	N°O° 3	N°O° 4
Ñacchero	4	3	1	--	--
Chinchichaca	7	4	2	1	--
Colcaqui	16	12	3	1	--
Marcahuasi	15	10	4	1	--
Hatunpata	32	24	5	2	1
Anishuayco – Alízar	2	2	--	--	--
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>55</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

Fuente: Carta Nacional

#### 4.2.11 PERFIL LONGITUDINAL

El cauce del río Mariño nace en la cuenca del río Marcahuasi, que tiene su nacimiento en el cerro Incaperja a una altura de 4,050 msnm. presenta un desarrollo desde el Km. 00 a una altitud de 4,050 msnm. hasta el río Pachachacaca en el Km. 20 a una altitud de 1,700 msnm. de la siguiente forma:

Gráfico N° 3 Pendiente Del Río Mariño



Fotografía N° 24 Fotografía Aérea De Abancay



#### 4.2.12 ALTURA MEDIA DE LA CUENCA

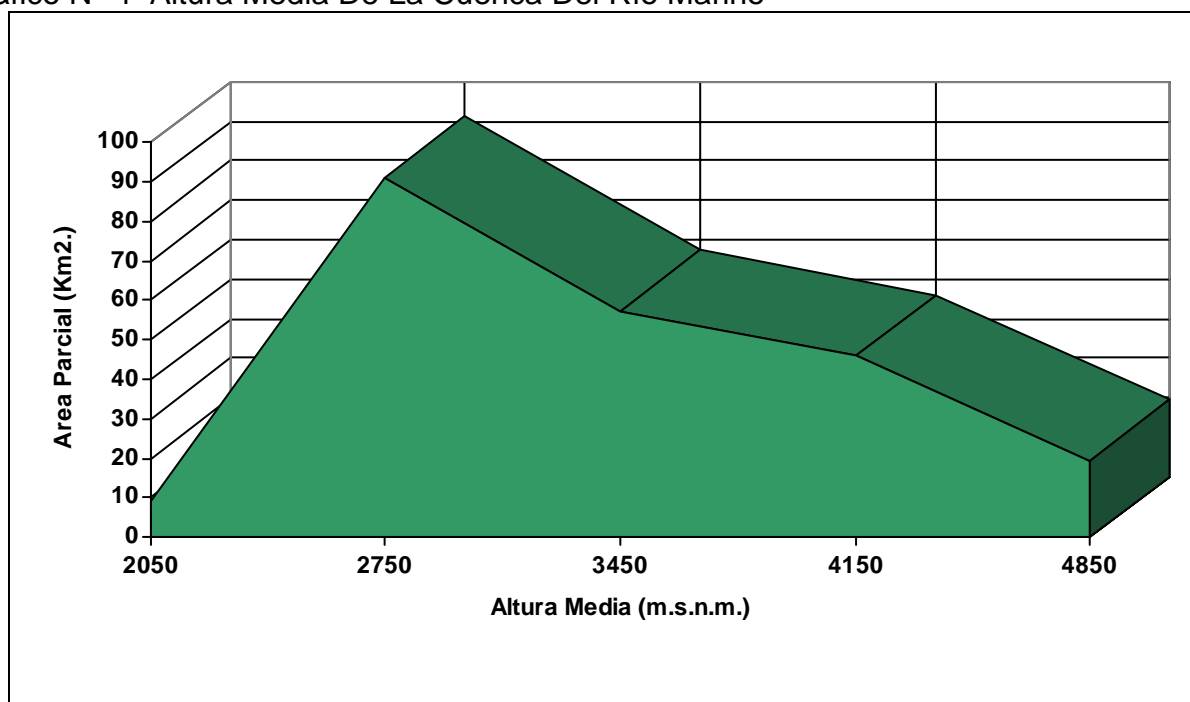
Para determinar la altitud media de la cuenca se ha desarrollado una distribución de Áreas Parciales en función a sus altitudes medias parciales, habiéndose calculado la misma en 3371.85 msnm., por lo que a continuación se ha desarrollado el siguiente Tabla:

Tabla H- 04 Altura Media De La Cuenca Del Río Mariño

N°	COTA MAS BAJA (m.s.n.m.)	COTA MAS ALTA (msnm.)	AREA PARCIAL A (KM2.)	ALTURA MEDIA PARCIAL H (m.s.n.m.)	A X H
1	1700	2400	9'141,388.7	2050	18'739,846,835
2	2400	3100	91'190,926.3	2750	250,775'047,325
3	3100	3800	57'300,899.9	3450	197,588'104,655
4	3800	4500	45'929,904.2	4150	190,609'102,430
5	4500	5200	19'397,580.9	4850	94,078'267,365
<b>TOTAL</b>			<b>222'960,700</b>	<b>3371.85</b>	<b>751,790'368,610</b>

Fuente: Carta Nacional

Gráfico N° 4 Altura Media De La Cuenca Del Río Mariño



Fuente: Carta Nacional

#### 4.2.13 FORMA DE LA CUENCA

La cuenca en conjunto tiene la forma rectangular, con la salida en el vértice de uno de sus lados, tiene una relación de forma de 0.31.

#### 4.2.14 MODIFICACIONES NATURALES Y/O ARTIFICIALES

Los cauces naturales no han sufrido modificaciones naturales, inclusive en la parte baja donde fluye la corriente principal, se presentan pendientes moderadas a fuertes.

### 4.3 CLIMATOLOGÍA DE LA CIUDAD DE ABANCAY

La principal información Climatológica compilada para el presente estudio ha sido discretizada en los siguientes parámetros:

- a) La Tensión de Vapor

- b) La Evaporación
- c) Las Horas de Sol
- d) Los Vientos
- e) La Humedad
- f) Temperatura
- g) Evapotranspiración

#### 4.3.1 TENSION DE VAPOR

La Tensión de Vapor presentada a continuación se basa en el promedio de los registros de las estaciones hidrometeorológicas de la región que presentan los siguientes resultados:

Tabla H-05 Tensión De Vapor

MES												
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MEDIA
9,00	8,97	8,89	8,39	7,39	6,69	6,45	6,86	7,46	8,03	8,44	8,78	7,95

Fuente: SENAMHI

#### 4.3.2. EVAPORACIÓN

La Evaporación presentada a continuación se basa en el promedio de los registros de las estaciones hidrometeorológicas de la región que presentan los siguientes resultados:

Tabla H- 06 Evaporación

MES												
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MEDIA
84,95	73,09	79,67	87,69	105,97	111,95	119,56	123,78	119,74	127,89	112,55	94,94	1241,82

Fuente: SENAMHI

#### 4.3.3 HORAS DE SOL

Las Horas de Sol presentadas a continuación se basan en el promedio de los registros de las estaciones hidrometeorológicas de la región que presentan los siguientes resultados:

Tabla H- 07 Horas De Sol

MESES												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
135,07	136,63	154,67	177,84	227,55	230,97	245,77	230,76	208,74	209,95	177,14	162,43	191,46

Fuente: SENAMHI

#### 4.3.4 HUMEDAD

La Humedad presentada a continuación se basan en el promedio de los registros de las estaciones hidrometeorológicas de la región que presentan los siguientes resultados:

Tabla H- 08 Humedad

MESES												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
66,77	67,01	66,74	64,72	60,87	58,33	57,27	57,25	57,28	58,52	59,82	63,33	61,49

Fuente: SENAMHI

### 4.3.5 VIENTOS

Los Vientos presentados a continuación se basan en el promedio de los registros de la estación hidrometeorológica de Curahuasi que presenta los siguientes resultados:

Tabla H- 09 Vientos En La Ciudad De Abancay

ESTACION	COD.	CATEG.	COORDENADAS		ALTITUD Msnm	MES	1994		1995		1996		1997		1998	
			Latitud	Longitud			Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel
CURAHUASI	110677	CO	13° 32' 50"	72° 44' 00"	2763	ENERO	NW	2	NW	2	NW	2	EN	4	-	-
						FEBRERO	SW	2	NW	2	NW	2	EN	2	EN	4
						MARZO	NW	2	NW	2	NW	2	EN	4	EN	4
						ABRIL	NW	2	SE	2	SW	2	EN	4	-	-
						MAYO	SE	2	SE	2	NW	2	EN	2	EN	4
						JUNIO	NW	2	NW	2	NW	2	SW	2	EN	4
						JULIO	NW	2	NW	2	NW	2	EN	4	EN	4
						AGOSTO	SW	2	NW	2	NW	4	NW	4	EN	4
						SETIEMBRE	SE	2	SW	2	EN	4	EN	4	EN	4
						OCTUBRE	SE	2	SE	2	EN	4	EN	4	EN	4
						NOVIEMBRE	SE	2	NW	2	SE	4	EN	4	EN	4
						DICIEMBRE	NW	2	SW	2	NW	4	EN	4	EN	4

Fuente: SENAMHI

### 4.3.6 TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES

Las temperaturas se han regionalizado en función a los datos térmicos de los registros de la estación hidrometeorológica de Abancay, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla H- 10 Temperaturas Promedio Mensuales

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
17,73	17,63	17,50	17,88	17,71	17,01	16,67	17,56	18,57	19,12	19,33	18,61	17,94

Fuente: SENAMHI

### 4.3.7 TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSUALES

Las temperaturas se han regionalizado en función a los datos térmicos de los registros de la estación hidrometeorológica de Abancay, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla H- 11 Temperaturas Máximas Mensuales

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
23,00	22,67	22,49	23,67	23,58	23,51	23,21	23,88	24,90	25,57	25,88	24,53	23,91

Fuente: SENAMHI

### 4.3.8 TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES

Las temperaturas se han regionalizado en función a los datos térmicos de los registros de la estación hidrometeorológica de Abancay, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla H- 12 Temperaturas Mínimas Mensuales (°C)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
12,63	12,69	12,27	12,07	11,57	10,67	10,23	11,28	12,45	12,99	13,30	13,10	12,10

Fuente: SENAMHI

#### 4.3.9. TEMPERATURAS MEDIAS, MÁXIMAS Y MÍNIMAS MENSUALES

En función a la estación hidrometeorológica índice de Abancay, se han obtenido los siguientes resultados.

Tabla H- 13 Temperaturas De La Ciudad De Abancay  
 (Temperaturas Medias - Máximas y Mínimas Anuales)

ESTACION	ALTITUD (msnm.)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL ( °C )	TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL ( ° C )	TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL ( ° C )
ABANCAY	2,398	17,94	25,88	10,23

Fuente: SENAMHI

#### 4.4 PRECIPITACIONES EN LA CIUDAD DE ABANCAY

##### 4.4.1 PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES

Las precipitaciones presentadas a continuación se basan en los registros de la estación hidrometeorológica de Abancay, registradas en 37 años desde el año de 1,964 hasta el año de 2,000:

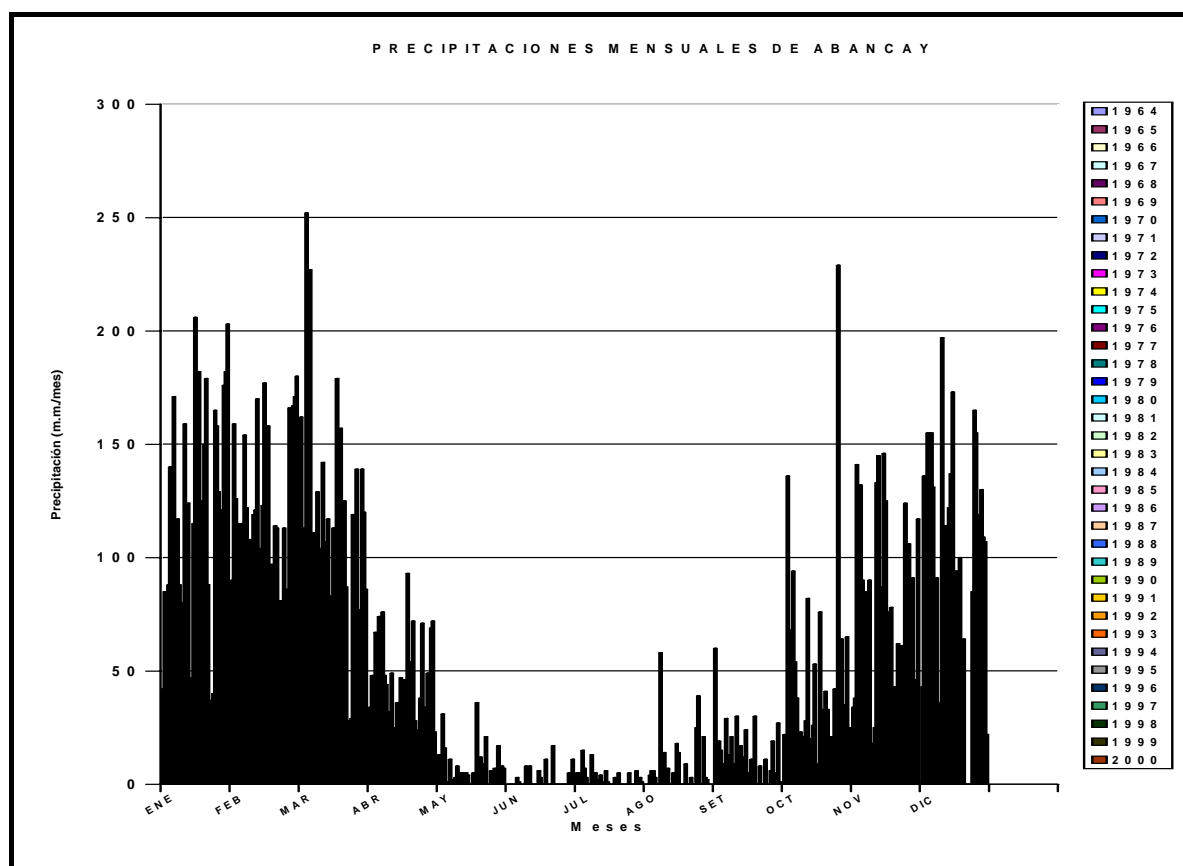
Tabla H- 14 Precipitaciones Medias Mensuales (1,964 - 1,994)

CUENCA			Distrito:		Abancay				Latitud:	13°38'	Máx (mm):			252,10	Periodo	
RIO APURIMAC			Provincia:		Abancay				Longitud:	72°53'	Min (mm):			0,00	(1964-2001)	
			Departamento:		Apurimac				Altitud:	2398						
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA	
1	1964	42,00	90,00	162,00	34,00	13,00	0,00	5,00	0,00	60,00	22,00	34,00	43,00	505,00	42,08	
2	1965	85,00	159,00	113,00	48,00	8,00	0,00	5,00	0,00	10,00	0,00	38,00	136,00	602,00	50,17	
3	1966	84,00	126,00	86,00	16,00	31,00	0,00	0,00	4,00	19,00	136,00	141,00	54,00	697,00	58,08	
4	1967	88,00	115,00	252,00	67,00	16,00	0,00	15,00	6,00	15,00	68,00	36,00	155,00	833,00	69,42	
5	1968	140,00	112,00	139,00	15,00	1,00	0,00	7,00	6,00	5,00	42,00	132,00	61,00	660,00	55,00	
6	1969	101,00	115,00	227,00	74,00	1,00	3,00	3,00	3,00	9,00	94,00	90,00	155,00	875,00	72,92	
7	1970	171,00	74,00	73,00	45,00	11,00	1,00	0,00	0,00	29,00	54,00	40,00	131,00	629,00	52,42	
8	1971	34,00	154,00	111,00	76,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	38,00	85,00	58,00	560,00	46,67	
9	1972	117,00	122,00	99,00	48,00	0,00	0,00	13,00	58,00	13,00	21,00	23,00	91,00	605,00	50,42	
10	1973	88,00	75,00	129,00	44,00	3,00	0,00	4,00	3,00	21,00	23,00	90,00	36,00	516,00	43,00	
11	1974	80,00	108,00	104,00	32,00	8,00	8,00	5,00	14,00	0,00	12,00	18,00	30,00	419,00	34,92	
12	1975	27,00	42,00	61,00	31,00	5,00	2,00	1,00	5,00	9,00	21,00	4,00	197,00	405,00	33,75	
13	1976	159,00	119,00	142,00	49,00	1,00	8,00	2,00	7,00	30,00	28,00	25,00	65,00	635,00	52,92	
14	1977	75,00	121,00	107,00	12,00	5,00	0,00	4,00	0,00	11,00	82,00	133,00	114,00	664,00	55,33	
15	1978	124,00	170,00	93,00	25,00	1,00	0,00	0,00	0,00	17,00	20,00	145,00	78,00	673,00	56,08	
16	1979	42,00	104,00	117,00	36,00	5,00	0,00	1,00	5,00	12,00	13,00	87,00	122,00	544,00	45,33	
17	1980	47,00	99,00	83,00	10,00	4,00	0,00	6,00	0,00	0,00	26,00	63,00	137,00	475,00	39,58	
18	1981	115,00	123,00	64,00	47,00	0,00	6,00	1,00	18,00	24,00	53,00	146,00	173,00	770,00	64,17	
19	1982	206,00	177,00	113,00	30,00	0,00	3,00	0,00	14,00	5,00	9,00	125,00	55,00	737,00	61,42	
20	1983	139,00	88,00	68,00	46,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,00	94,00	494,00	41,17	
21	1984	182,00	158,00	179,00	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	76,00	76,00	58,00	774,00	64,50	
22	1985	125,00	69,00	59,00	93,00	36,00	11,00	3,00	0,00	9,00	33,00	78,00	100,00	616,00	51,33	
23	1986	98,00	97,00	157,00	34,00	7,00	0,00	0,00	9,00	30,00	27,00	34,00	54,00	547,00	45,58	
24	1987	150,00	81,00	27,00	54,00	12,00	0,00	5,00	0,00	0,00	41,00	43,00	64,00	477,00	39,75	
25	1988	179,00	114,00	125,00	72,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00	0,00	0,00	532,00	44,33	
26	1989	88,00	113,00	87,00	28,00	6,00	17,00	0,00	3,00	8,00	21,00	62,00	0,00	433,00	36,08	
27	1990	37,00	48,00	28,00	24,00	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	179,00	14,92	
28	1991	25,00	81,00	25,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,00	0,00	205,00	17,08	
29	1992	40,00	61,00	29,00	38,00	0,00	0,00	0,00	25,00	11,00	42,00	54,00	85,00	385,00	32,08	
30	1993	165,00	113,00	119,00	71,00	6,00	0,00	5,00	39,00	0,00	40,00	124,00	165,00	847,00	70,58	



CUENCA			Distrito: Abancay					Latitud: 13°38'		Máx (mm): 252,10		Periodo			
RÍO APURIMAC			Provincia: Abancay					Longitud: 72°53'		Min (mm): 0,00		(1964-2001)			
			Departamento: Apurimac					Altitud: 2398							
31	1994	158,00	81,00	60,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	229,00	96,00	155,00	798,00	66,50
32	1995	129,00	86,00	139,00	34,00	7,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4,00	106,00	119,00	630,00	52,50
33	1996	121,00	166,00	77,00	49,00	1,00	0,00	0,00	21,00	19,00	64,00	62,00	64,00	644,00	53,67
34	1997	78,00	102,00	75,00	20,00	17,00	0,00	6,00	3,00	5,00	14,00	91,00	130,00	541,00	45,08
35	1998	176,00	167,00	139,00	69,00	4,00	5,00	0,00	2,00	2,00	35,00	39,00	109,00	747,00	62,25
36	1999	182,00	171,00	120,00	72,00	8,00	5,00	3,00	0,00	27,00	65,00	46,00	107,00	806,00	67,17
37	2000	203,00	180,00	86,00	23,00	7,00	11,00	1,00	0,00	1,00	25,00	117,00	22,00	676,00	56,33
Nro. datos	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Sumatoria	4100	4181	3874	1532	261	80	95	245	420	1532	2598	3217	22135	1844,58	
Media	110,81	113,00	104,70	41,41	7,05	2,16	2,57	6,62	11,35	41,41	70,22	86,95	598,24	49,85	
Máxima	206,00	180,00	252,00	93,00	36,00	17,00	15,00	58,00	60,00	229,00	146,00	197,00	875,00	72,92	
Mínima	25,00	42,00	25,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179,00	14,92	
Mediana	115,00	113,00	104,00	36,00	5,00	0,00	1,00	2,00	9,00	28,00	62,00	85,00	616,00	51,33	
Desviación	53,37	37,16	50,61	21,18	8,30	4,07	3,59	12,19	12,54	42,74	42,83	53,15	163,07	13,59	
Varianza	2848,82	1380,83	2561,1	448,80	68,83	16,53	12,86	148,69	157,18	1826,7	1834,23	2825,22	26591,30	184,66	
C.V.	0,48	0,33	0,48	0,51	1,18	1,88	1,40	1,84	1,10	1,03	0,61	0,61	0,27	0,27	

Fuente: SENAMHI



Fuente: SENAMHI

Figura H- 06 Mapa Hidrológico De La Cuenca Del Río Mariño

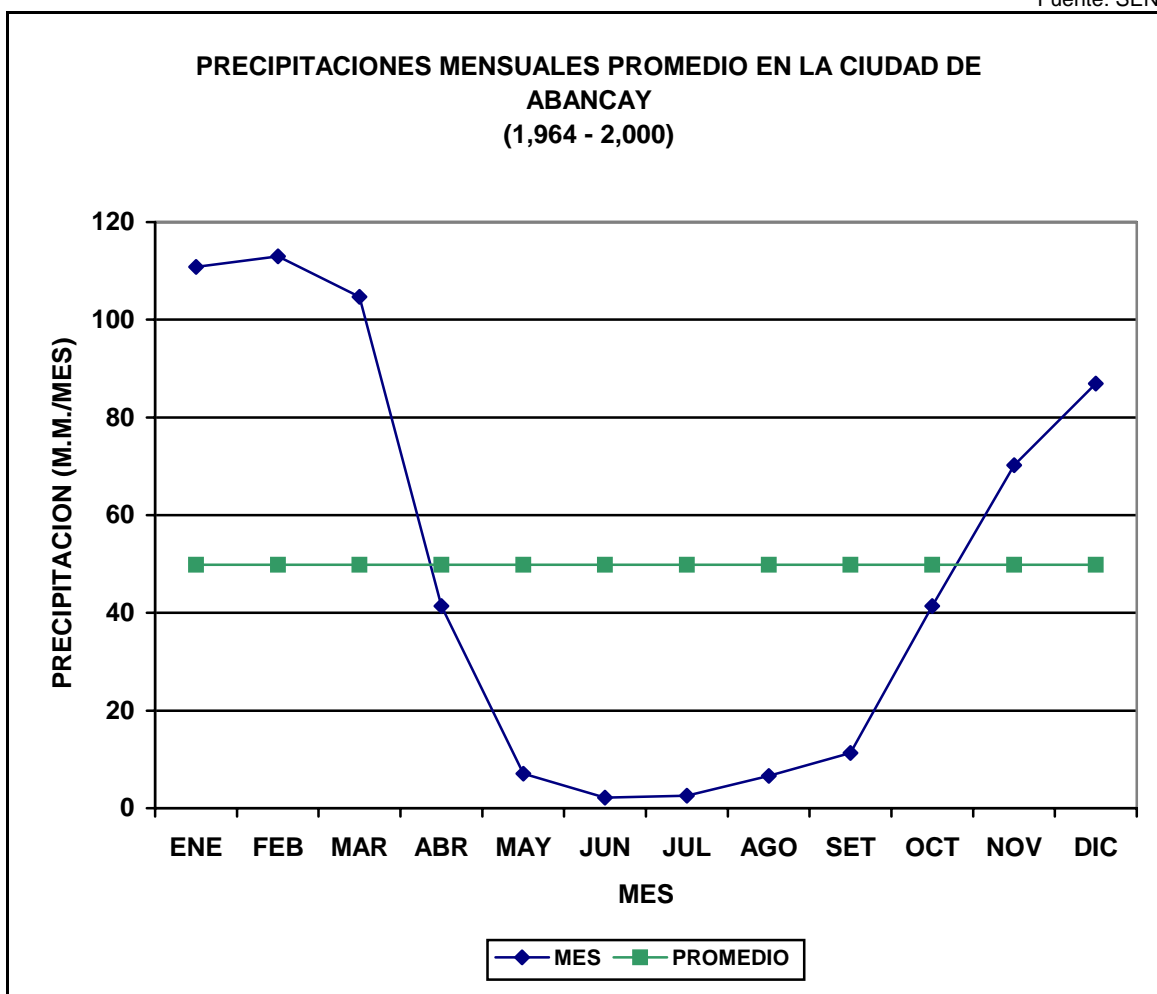
#### 4.4.2 PRECIPITACIONES TOTALES Y MEDIAS MENSUALES - REGISTROS

Las precipitaciones totales y mensuales presentadas a continuación se basan en los registros de la estación hidrometeorológica de Abancay, registradas en 37 años desde el año de 1,964 hasta el año 2,000.

Tabla H- 15 Precipitaciones Mensuales  
 (Totales Mensuales de 37 años y Promedio Mensuales)

MES	PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL (M.M. / MES)
ENERO	110,81
FEBRERO	113,00
MARZO	104,70
ABRIL	41,41
MAYO	7,05
JUNIO	2,16
JULIO	2,57
AGOSTO	6,62
SEPTIEMBRE	11,35
OCTUBRE	41,41
NOVIEMBRE	70,22
DICIEMBRE	86,95
<b>TOTAL</b>	<b>49,85</b>

Fuente: SENAMHI



FUENTE: SENAMHI

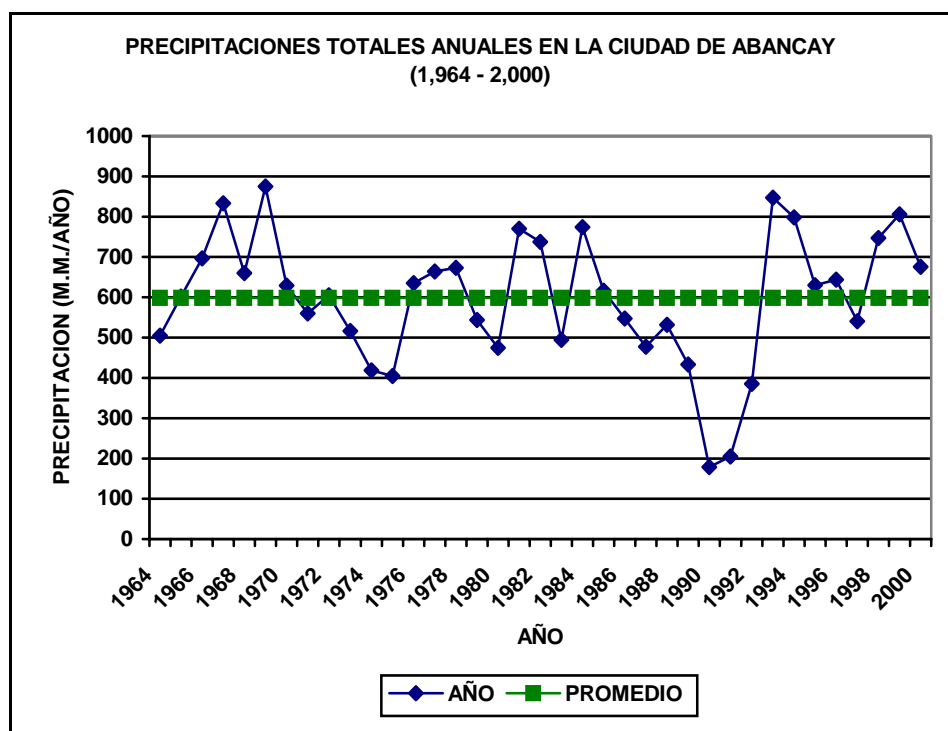
Figura H- 07 Gráfico de precipitaciones mensuales.

#### 4.4.3 PRECIPITACIONES TOTALES ANUALES

Las precipitaciones Totales Anuales, se basan en los registros de 37 años de la estación hidrometeorológica de Abancay.

Tabla H- 16 Precipitaciones Totales Anuales En La Ciudad De Abancay

AÑO	TOTAL	AÑO	TOTAL
1964	505,00	1982	737,00
1965	602,00	1983	494,00
1966	697,00	1984	774,00
1967	833,00	1985	616,00
1968	660,00	1986	547,00
1969	875,00	1987	477,00
1970	629,00	1988	532,00
1971	560,00	1989	433,00
1972	605,00	1990	179,00
1973	516,00	1991	205,00
1974	419,00	1992	385,00
1975	405,00	1993	847,00
1976	635,00	1994	798,00
1977	664,00	1995	630,00
1978	673,00	1996	644,00
1979	544,00	1997	541,00
1980	475,00	1998	747,00
1981	770,00	1999	806,00
		2000	676,00
		<b>TOTAL</b>	<b>22135,00</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>598,24</b>



FUENTE: SENAMHI

Figura H-08 Gráfico de Precipitaciones Totales Anuales.

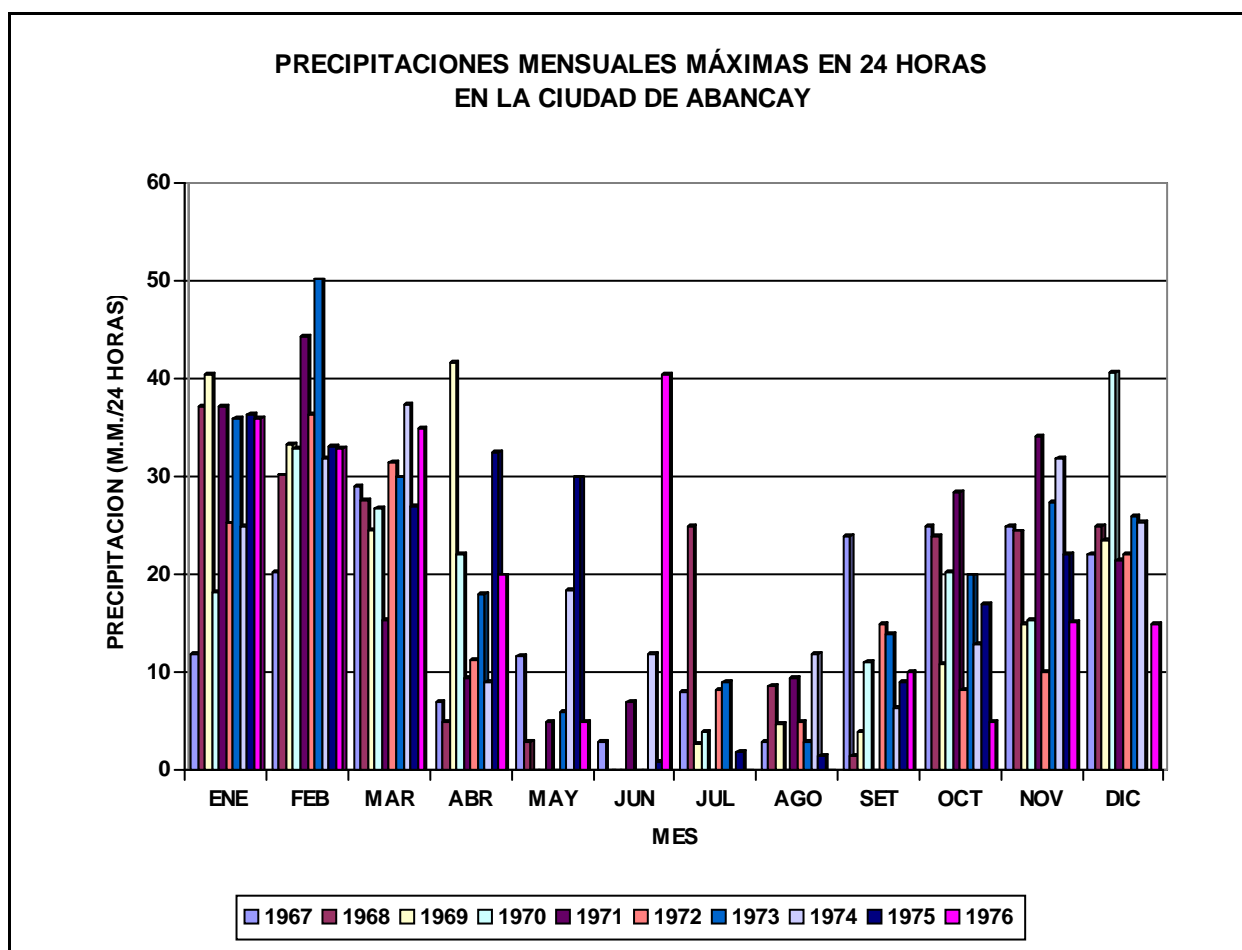
#### 4.4.4 PRECIPITACIONES MENSUALES MÁXIMAS DE 24 HORAS

Las precipitaciones Mensuales Máximas de 24 Horas, se basan en los registros de la estación hidrometeorológica de Mollepata, cuyos resultados son los siguientes:

Tabla H- 17  
 Precipitaciones Mensuales Máximas De 24 Horas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX.
1967	12,0	20,4	29,0	7,0	11,8	3,0	8,0	3,0	24,0	25,0	25,0	22,2	29,0
1968	37,2	30,2	27,7	5,0	3,0	0,0	25,0	8,6	1,5	24,0	24,5	25,0	37,2
1969	40,6	33,3	24,6	41,7	0,0	0,0	2,8	4,8	4,0	11,0	15,0	23,5	41,7
1970	18,3	33,0	26,9	22,2	0,0	0,0	4,0	0,0	11,1	20,4	15,5	40,8	40,8
1971	37,2	44,3	15,5	9,5	5,1	7,1	0,0	9,5	0,0	28,5	34,2	21,5	44,3
1972	25,3	36,5	31,5	11,3	0,0	0,0	8,2	5,1	15,0	8,2	10,2	22,2	36,5
1973	36,1	50,2	30,0	18,0	6,0	0,0	9,0	3,0	14,0	20,0	27,5	26,0	50,2
1974	25,0	32,0	37,5	9,0	18,5	12,0	0,0	12,0	6,5	13,0	32,0	25,5	37,5
1975	36,5	33,2	27,1	32,5	30,0	1,0	2,0	1,5	9,0	17,0	22,2		36,5
1976	36,0	33,0	35,0	20,0	5,0	40,5	0,0	0,0	10,1	5,0	15,2	15,0	40,5
<b>MEDIA</b>	<b>30,4</b>	<b>34,6</b>	<b>28,5</b>	<b>17,6</b>	<b>7,9</b>	<b>6,4</b>	<b>5,9</b>	<b>4,8</b>	<b>9,5</b>	<b>17,2</b>	<b>22,1</b>	<b>24,6</b>	<b>39,4</b>
<b>MAX.</b>	<b>40,6</b>	<b>50,2</b>	<b>37,5</b>	<b>41,7</b>	<b>30,0</b>	<b>40,5</b>	<b>25,0</b>	<b>12,0</b>	<b>24,0</b>	<b>28,5</b>	<b>34,2</b>	<b>40,8</b>	<b>50,2</b>
<b>MINIM</b>	<b>12,0</b>	<b>20,4</b>	<b>15,5</b>	<b>5,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,0</b>	<b>10,2</b>	<b>15,0</b>	<b>29,0</b>

FUENTE: SENAMHI



FUENTE: SENAMHI

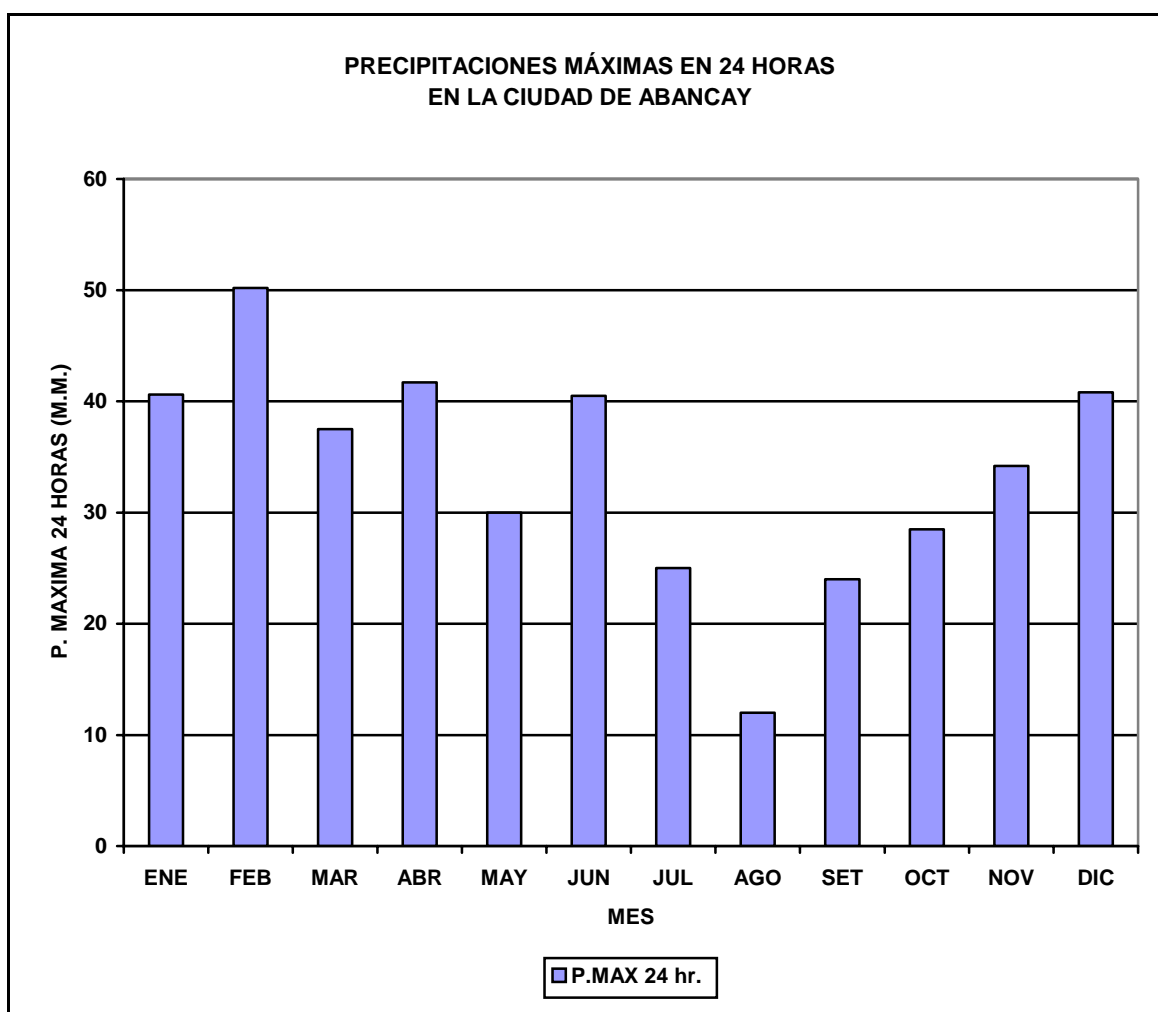
Figura H- 09 Gráfico Precipitaciones diarias promedios mensuales máximas

#### 4.4.5 PRECIPITACIONES PROMEDIO MENSUALES MÁXIMAS DE 24 HORAS

La Precipitaciones Promedio Mensuales Máximas de 24 Horas presentadas a continuación se basan en los registros de la estación hidrometeorológica de Mollepata.

Tabla H- 18 Precipitaciones Máximas De 24 Horas En Abancay

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX	PROM
P.MAX 24 hr	40,6	50,2	37,5	41,7	30,0	40,5	25,0	12,0	24,0	28,5	34,2	40,8	50,2	29,0



FUENTE: SENAMHI

Figura H-10 Precipitaciones mensuales máximas en 24 Horas.

#### 4.5 MODELO HIDROLÓGICO DEL RÍO MARIÑO

Para el estudio Hidrológico del Río Mariño en la ciudad de Abancay, se ha utilizado la base de datos elaborada por el Modelo Hidrológico Sistematizado denominado Sistema de Simulación de Parámetros Naturales S.I.P.A.N. y que se basa en registros históricos de 29 años y que reporta la siguiente información básica:

- Temperatura Mínima Mensual : 3.58 °C
- Temperatura Media Mensual : 11.37 °C
- Temperatura Máxima Mensual : 19.03 °C

• Humedad Relativa Media Mensual	: 61.28 %
• Evapotranspiración Potencial Media	: 929.53 mm./mes
• Precipitación Media Mensual	: 598.24 mm./mes
• Tipo de Clima de la Cuenca	: Clima seco
• Factor de Ajuste para Clima Seco	: 0.64
• Valor del Punto de Tensión	: 24.80
• Evapotranspiración Potencial Máxima Mensual	: 64.94 mm./mes
• Evapotranspiración Real Máxima Mensual	: 51.60 mm./mes
• Exceso de Precipitación Máxima Mensual	: 115.8m.m./mes
• Máxima Mensual de Recarga de Humedad del Suelo	: 33.1 mm./mes
• Máxima Mensual de Agotamiento de la Humedad	: 42.5 mm./mes
• Máxima Mensual de Humedad Almacenada	:59.8m.m./mesMáx.
• Escorrentía Total Mensual	: 115.8 mm./mes
• Máxima Deficiencia de la Precipitación Mensual	: 65.9 mm./mes
• Máxima Relación de Precipitación Media Mensual con la Evapotranspiración Real Media Mensual	: 5.1
• Precipitaciones Medias Máximas Anuales Generadas	: 749.0 mm./año
• Precipitaciones Mínimas Anuales Generadas	: 406.4 mm./año
• Caudales Medios Máximos Anuales Generados	: 308.2m.m./mes
• Caudales Medios Mínimos Anuales Generados	: 174.1 mm./mes
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 1.0 año	: 33.529 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 5.0 años	: 40.966 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 10.0 años	: 43.770 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 20.0 años	: 46.774 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 50.0 años	: 51.205 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 100.0 años	: 52.124 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 200.0 años	: 52.941 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 500.0 años	: 55.697 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 1,000 años	: 57.567 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 10,000 años	: 66.115 mm.

#### 4.5.1 EVALUACION HIDRAULICA DEL RIO MARIÑO

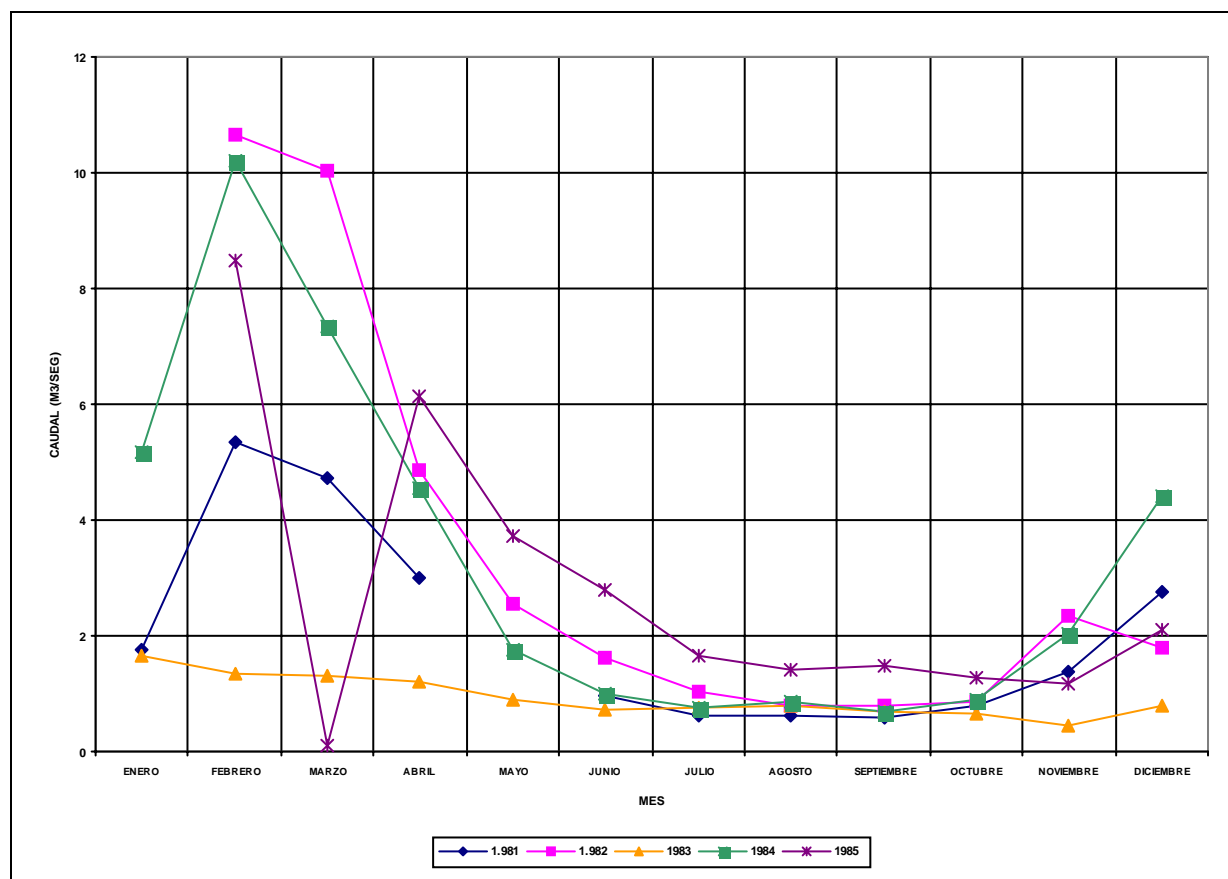
##### 4.5.1.1 ESTUDIOS DE AFORAMIENTOS

Los estudios de tendencias de aforamientos se basan en la suma de los aforos realizados en los ríos afluentes al río Mariño desde el año 1,981 hasta el año de 1,986., realizados por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID). Los resultados de estos estudios así como las fechas de realización son los siguientes:

Tabla H- 19 Caudales Aforados Del Río Mariño

MES	CAUDAL ( M3 / Seg. )				
	1,981	1,982	1983	1984	1985
ENERO	1,77	--	1,66	5,17	--
FEBRERO	5,36	10,64	1,34	10,22	8,49
MARZO	4,73	10,02	1,30	7,34	0,11
ABRIL	3,00	4,86	1,22	4,54	6,14
MAYO	--	2,55	0,90	1,76	3,71
JUNIO	0,95	1,61	0,72	1,01	2,79
JULIO	0,62	1,05	0,75	0,76	1,67
AGOSTO	0,62	0,80	0,81	0,86	1,42
SEPTIEMBRE	0,58	0,78	0,70	0,69	1,48
OCTUBRE	0,80	0,86	0,66	0,91	1,26
NOVIEMBRE	1,37	2,35	0,44	2,02	1,16
DICIEMBRE	2,77	1,80	0,78	4,42	2,11
PROMEDIO	<b>2,05</b>	<b>3,39</b>	<b>2,94</b>	<b>3,57</b>	<b>3,57</b>

Fuente: CISMID



Fuente: CISMID

Figura H- 11 Caudales Aforados Del Río Mariño.

#### 4.5.1.2 DISCRETIZACIÓN DE LOS AFORAMIENTOS

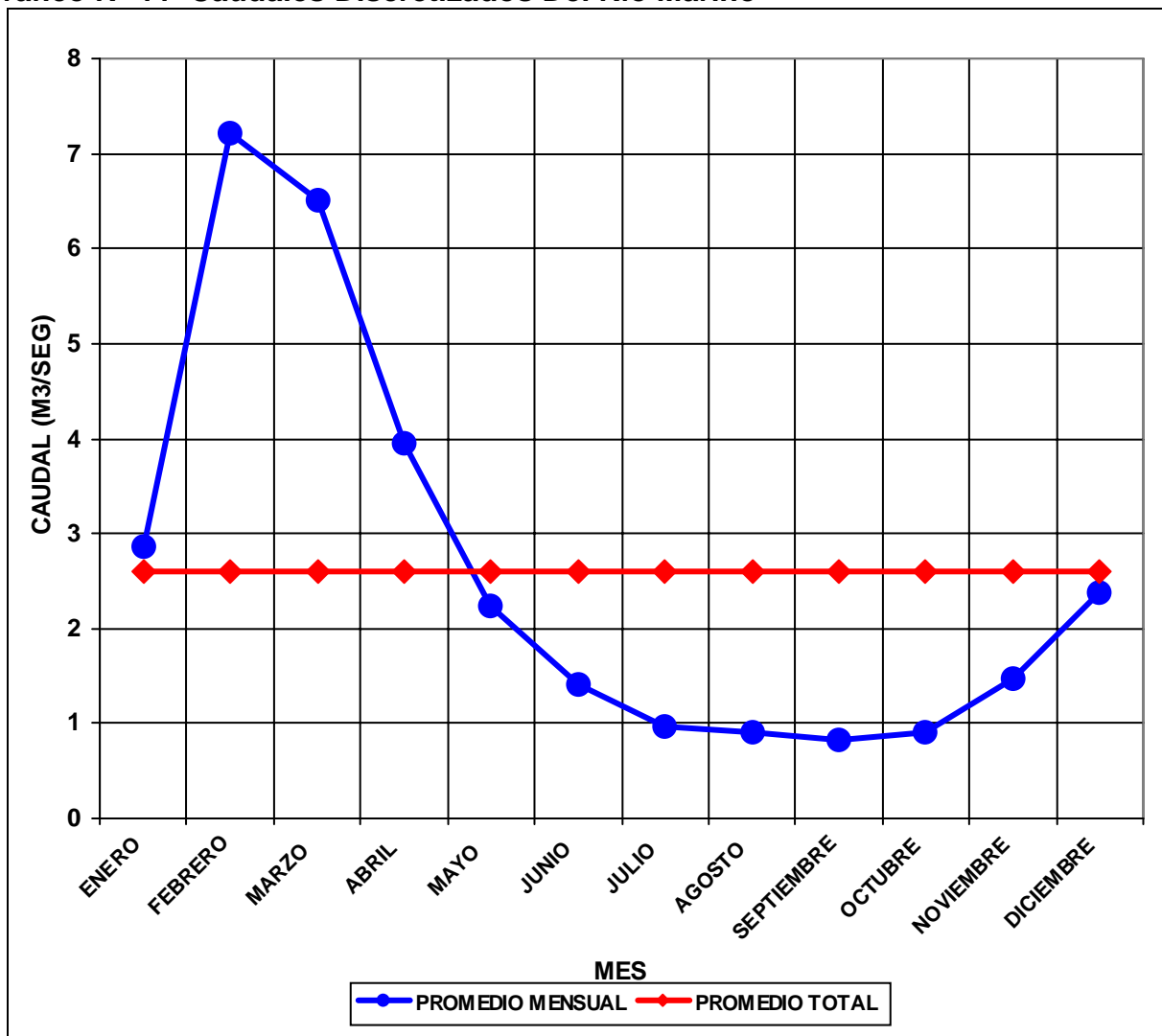
Se puede observar, que no existe una uniformidad de caudales, básicamente por los diferentes periodos del año en que se realizaron los correspondientes estudios de aforamiento, por lo que en función al periodo mensual de aforamiento se han discretizado, obteniéndose los siguientes resultados de aforamiento:

Tabla H- 20 Caudales Aforados Discretizados Del Río Mariño (1,981 – 1,985)

MES	CAUDALES MENSUALES DISCRETIZADOS (M3/SEG)
ENERO	2,86
FEBRERO	7,21
MARZO	6,50
ABRIL	3,95
MAYO	2,23
JUNIO	1,41
JULIO	0,97
AGOSTO	0,90
SEPTIEMBRE	0,83
OCTUBRE	0,90
NOVIEMBRE	1,47
DICIEMBRE	2,37
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,60</b>

Fuente: CISMID

Gráfico N° 11 Caudales Discretizados Del Río Mariño



Fuente: Elaboración propia.



## 4.6 GENERACIÓN DE CAUDALES

### 4.6.1 DATOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE GENERACIÓN DE CAUDALES.

Los datos básicos de diseño para el Estudio de Generación de Caudales de la Cuenca del Río Mariño son los siguientes:

Área de la Cuenca	AR = 222.9607 Km <sup>2</sup> .
• Altura Media de la Cuenca	AL = 3,371.85 msnm.
• Altura de la Estación de Sicuani	AE = 2,398.00 msnm.
• Temperatura Media Anual de la Estación	°T = 17.94 °C
• Temperatura Media Anual de la Cuenca	°T = 11.37 °C
• Precipitación Total Anual de la Cuenca	P = 598.24 mm.
• Latitud Sur del Centro de Gravedad	Lat. = 13° 37' 24"
• Longitud Oeste del Centro de Gravedad	Long. = 72° 49' 45"
• Radiación Extraterrestre Anual de la Cuenca	Ra = 5,260.00 mm. / año
• Evapotranspiración Potencial (Hargreaves)	EP = 1,189.50 mm. / año
• Coeficiente de Temperatura W = 300 + 25 x T + 0.05 x T x E03	W = 498.70
• Déficit de Escurrimiento D = P / ((0.9 - P x E02) / W x E02) x E0.5	D = 442.90
• Coeficiente de escurrimiento C1 = (P - D) / P	C1 = 0.51
C2 = 0.682 - 0.0526 x T - 1.63 x E-4 x T x E02	C2 = 0.50
C3 = 6.47 - 0.0691 x ln P - 0.8 x ln EP	C3 = 0.33
C4 = (C1 + C2 + C3) / 3	C4 = 0.45
• Coeficiente de Agotamiento a = 0.00252 x Ln AR - 0.030	a = 0.014
• Retención de la Cuenca	G = 76.4 mm. / año

### 4.6.2 CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EFECTIVAS

Tabla H- 21 Precipitaciones Efectivas en la Cuenca del Río Mariño

MES	P	P75	PE75	PEI	PEII	PEIII
ENERO	171,92	113,73	101,19	51,2750352	85,52	112,22
FEBRERO	166,23	132,41	105,06	45,9144181	69,83	101,051203
MARZO	146,41	126,65	100,22	30,1676298	60,326197	106,53
ABRIL	50,85	39,32	37,93	1,18131488	6,04091497	10,9996505
MAYO	11,25	6,23	6,23	-0,10116108	1,27664334	2,63373906
JUNIO	6,59	1,46	1,46	-0,09510465	0,78648859	1,62607254
JULIO	4,97	1,80	1,80	-0,08404158	0,60249715	1,24724929
AGOSTO	13,63	4,06	4,06	-0,09052267	1,51041996	3,10992559
SEPTIEMBRE	24,44	13,31	13,31	0,06301915	2,52888177	5,09661773
OCTUBRE	58,77	42,44	40,74	1,78540902	7,73430993	13,7145794
NOVIEMBRE	78,04	52,40	50,94	4,06172965	13,7081344	23,2826724
DICIEMBRE	107,81	75,97	68,38	11,0465625	29,1258519	48,11

Fuente: Elaboración propia.

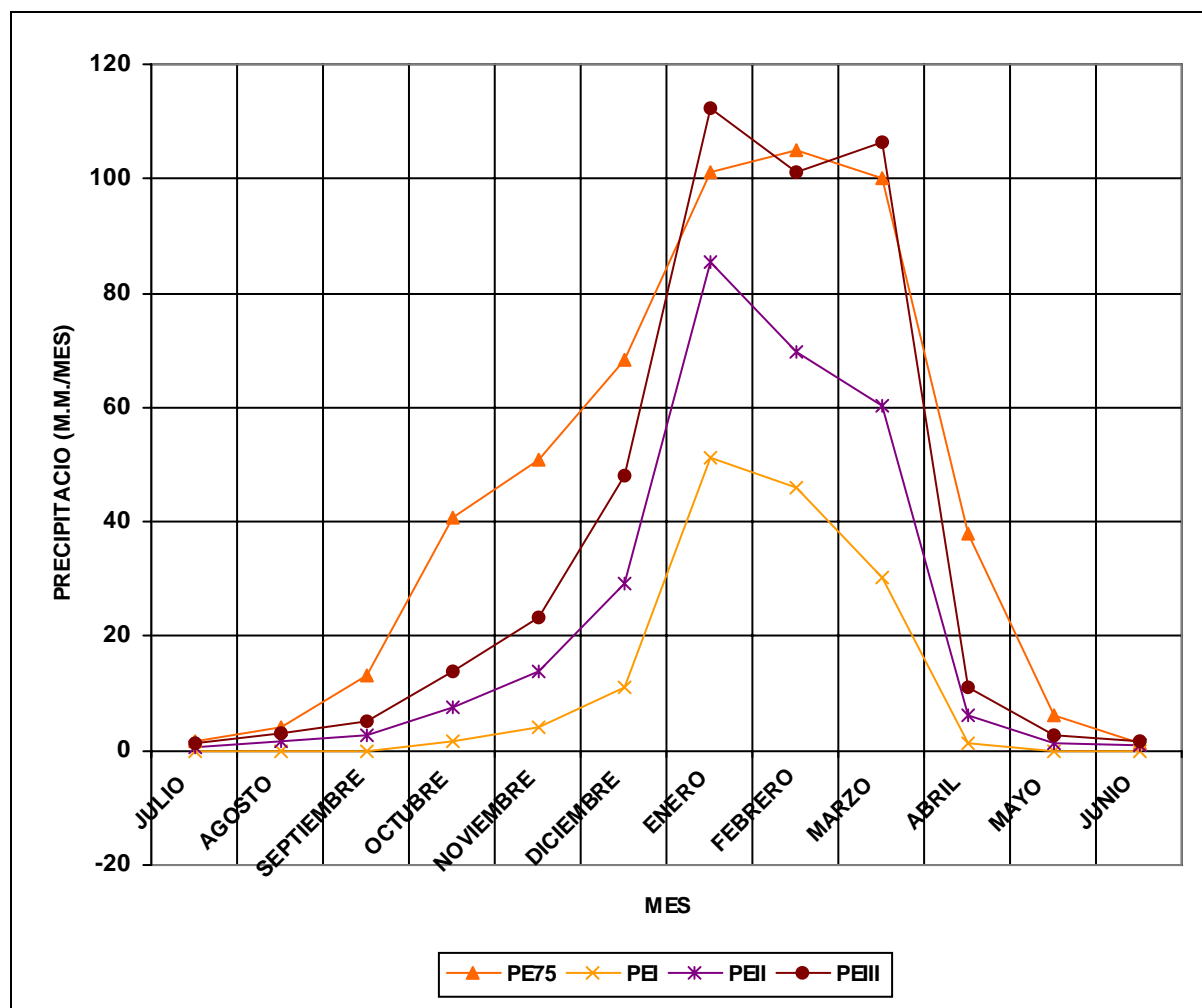


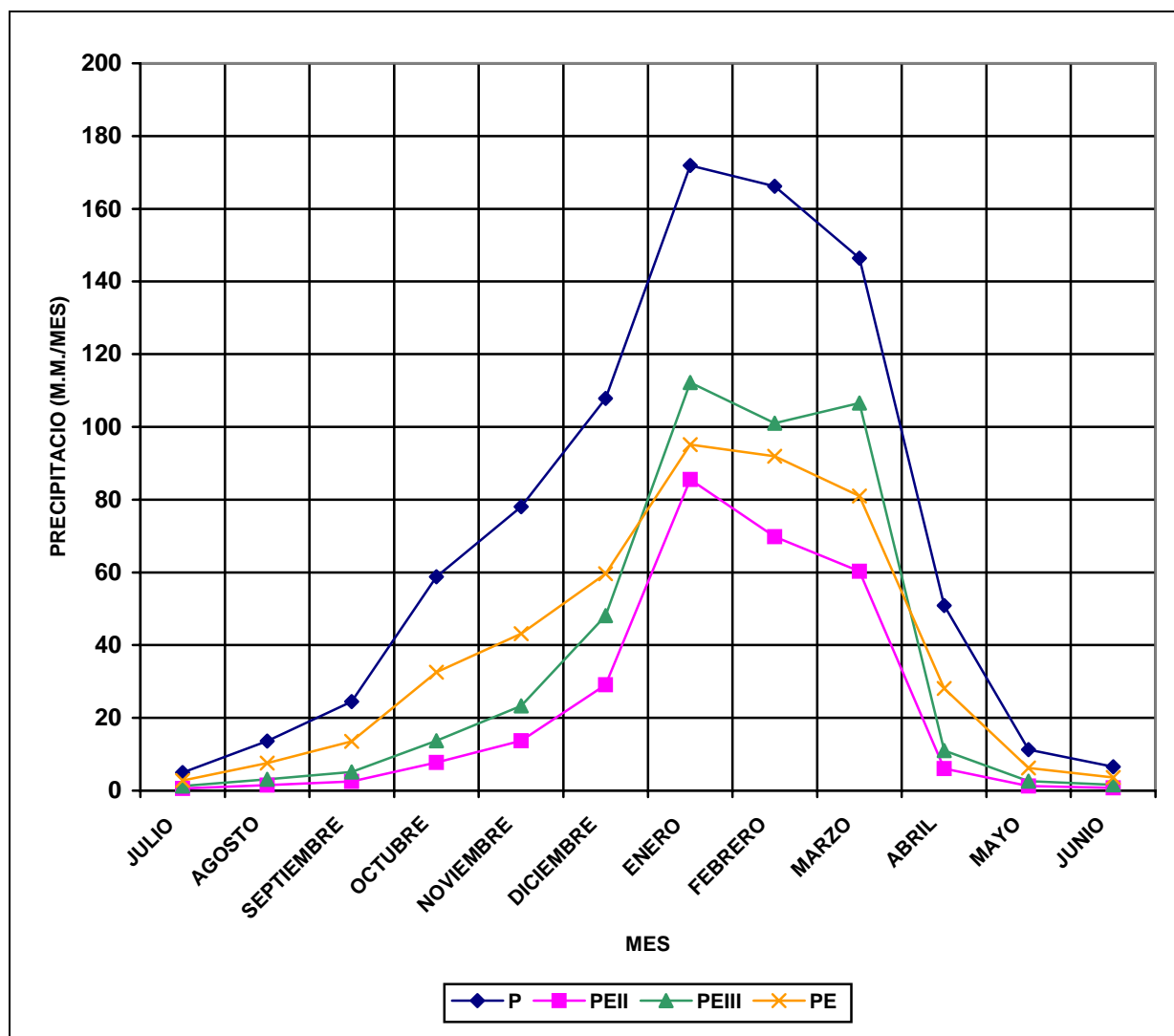
Figura H- 12 Precipitaciones Efectivas De La Cuenca Del Río Mariño

#### 4.6.3 PRECIPITACIONES EFECTIVAS RESULTANTES

Tabla H- 22 Precipitaciones Efectivas Resultantes Del Río Mariño

MES	P	PEII	PEIII	PE
ENERO	171,92	85,52	112,22	95,104689
FEBRERO	166,23	69,83	101,051203	91,9570292
MARZO	146,41	60,326197	106,53	80,9927729
ABRIL	50,85	6,04091497	10,9996505	28,1297896
MAYO	11,25	1,27664334	2,63373906	6,22340479
JUNIO	6,59	0,78648859	1,62607254	3,64553223
JULIO	4,97	0,60249715	1,24724929	2,74936194
AGOSTO	13,63	1,51041996	3,10992559	7,54000065
SEPTIEMBRE	24,44	2,52888177	5,09661773	13,5200012
OCTUBRE	58,77	7,73430993	13,7145794	32,5110666
NOVIEMBRE	78,04	13,7081344	23,2826724	43,1710675
DICIEMBRE	107,81	29,1258519	48,11	59,6395796
<b>TOTAL</b>	<b>840,91</b>	<b>278,990339</b>	<b>429,62171</b>	<b>465,184295</b>

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura H- 13 Precipitaciones Efectivas Resultantes Del Río Mariño

#### 4.6.4 CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS

La Generación de Caudales Medios Mensuales se calcula en función del Almacenamiento Hídrico de la Cuenca del Río Mariño, que presenta las siguientes características:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| a) Acuíferos con pendientes < 2 %        | = 6.000 E02 m3/año     |
| b) Acuíferos con pendientes < 6 %        | = 9.774 E02 m3/año     |
| c) Acuíferos con pendientes < 15 %       | = 4.009 E02 m3/año     |
| d) Nevados                               | = 3.994964 E 06 m3/año |
| e) Lagunas y Pantanos                    | = 4.173981 E 04 m3/año |
| f) Total de Almacenamiento Hídrico (TAH) | = 4.036704 E 06 m3/año |
| g) Retención Total: $G = TAH / AR$       | = 18.1050 mm. / año    |

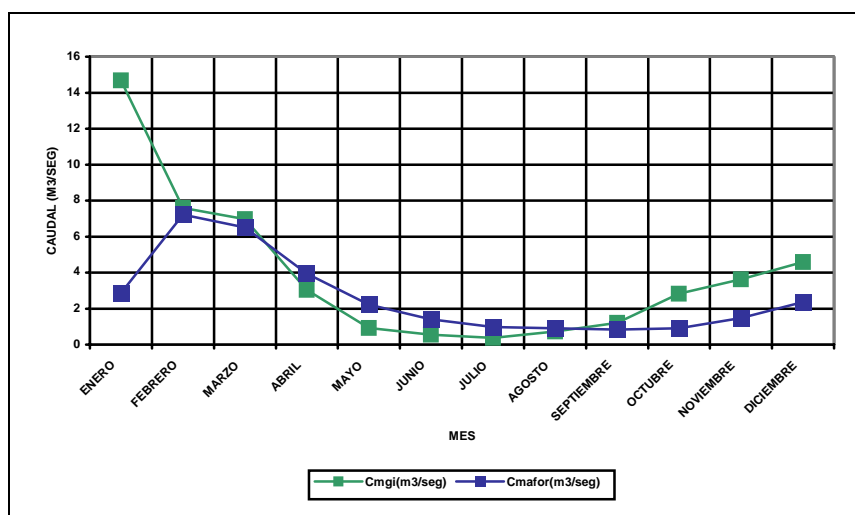
#### 4.6.5 CAUDALES MEDIOS MENSUALES AFORADOS

Los Caudales Medios Mensuales Aforados para la Cuenca del Río Mariño presentan los siguientes resultados:

Tabla H- 23 Caudales Medios Mensuales Aforados Del Río Mariño

MES	Cmgi (m3/seg)	Cmafor (m3/seg)
ENERO	14,690	2,86
FEBRERO	7,593	7,21
MARZO	6,962	6,50
ABRIL	3,042	3,95
MAYO	0,917	2,23
JUNIO	0,547	1,41
JULIO	0,379	0,97
AGOSTO	0,736	0,90
SEPTIEMBRE	1,216	0,83
OCTUBRE	2,827	0,90
NOVIEMBRE	3,633	1,47
DICIEMBRE	4,581	2,37
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.9269</b>	<b>2,63</b>

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura H- 14 Caudales Medios Mensuales Generados Y Aforados Del Río Mariño

#### 4.6.6 CAUDALES GENERADOS

Los Caudales Generados para un Periodo de retorno de 37 años, se han discretizado presentando la siguiente ecuación general:

$$CM t = 1,636 + 0,2177 CM t-1 + 0,7441 PE t + 0,2607 z$$

##### 4.6.6.1 CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES GENERADOS

Los Caudales Medios Mensuales y Anuales Generados para un periodo de 37 años presentan los siguientes resultados

Tabla H- 24 Caudales Generados Del Río Mariño

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1	3,637	6,386	7,240	3,819	1,798	1,028	1,113	0,998	2,774	2,675	3,603	2,894	37,965	3,164
2	8,357	9,002	6,623	3,138	1,008	0,417	0,759	0,293	1,164	3,197	3,504	5,649	43,111	3,593
3	9,102	6,859	6,225	1,923	2,080	0,258	0,287	0,376	1,261	5,876	5,757	3,902	43,907	3,659

**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
**PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:**

4	12,976	8,396	12,523	3,478	1,324	0,288	0,813	0,618	1,220	4,192	2,608	5,727	<b>54,164</b>	<b>4,514</b>
5	16,755	7,154	8,592	2,169	0,801	0,415	0,781	0,732	0,709	3,231	5,496	3,542	<b>50,376</b>	<b>4,198</b>
6	12,515	6,903	9,533	3,793	0,535	0,495	0,332	0,456	0,637	3,879	4,251	5,678	<b>49,008</b>	<b>4,084</b>
7	18,351	6,196	5,731	3,046	0,838	0,364	0,395	0,313	1,951	3,442	2,749	6,035	<b>49,411</b>	<b>4,118</b>
8	9,775	9,482	6,801	4,080	0,682	0,508	0,229	0,175	0,725	2,372	3,321	4,151	<b>42,303</b>	<b>3,525</b>
9	18,997	8,432	6,992	3,248	0,594	0,323	0,673	1,830	1,317	2,213	2,093	4,806	<b>51,516</b>	<b>4,293</b>
10	15,219	8,350	7,273	3,508	0,673	0,313	0,571	0,934	1,781	1,674	4,334	3,323	<b>47,952</b>	<b>3,996</b>
11	16,120	9,051	7,029	3,465	0,797	0,839	0,428	1,868	0,929	1,317	2,650	2,273	<b>46,766</b>	<b>3,897</b>
12	8,891	6,285	6,225	2,712	1,238	0,776	0,246	1,150	1,180	1,728	2,043	7,483	<b>39,957</b>	<b>3,330</b>
13	17,208	7,912	8,622	4,493	0,909	1,190	0,270	0,814	1,881	1,462	2,289	4,720	<b>51,770</b>	<b>4,314</b>
14	8,048	7,256	7,337	2,179	0,757	0,450	0,458	0,307	2,005	3,123	5,123	5,119	<b>42,163</b>	<b>3,514</b>
15	19,252	8,147	6,384	2,078	0,822	0,291	0,231	0,148	1,539	2,239	6,689	4,816	<b>52,637</b>	<b>4,386</b>
16	9,092	6,097	7,835	2,924	0,795	0,252	0,300	0,381	1,442	1,586	3,934	5,556	<b>40,194</b>	<b>3,349</b>
17	10,016	5,116	6,059	2,033	0,610	0,242	0,511	0,293	0,646	2,730	3,072	5,182	<b>36,509</b>	<b>3,042</b>
18	17,824	8,090	5,361	2,872	0,534	0,392	0,293	0,925	1,949	3,127	5,230	7,260	<b>53,856</b>	<b>4,488</b>
19	22,094	9,366	6,146	2,908	0,541	0,584	0,185	1,397	1,593	2,406	5,741	4,821	<b>57,781</b>	<b>4,815</b>
20	12,123	6,332	5,435	2,890	0,648	0,433	0,250	0,586	0,859	1,803	3,584	4,014	<b>38,958</b>	<b>3,247</b>
21	20,566	9,936	9,190	2,663	0,641	0,536	0,270	0,358	1,128	4,266	3,557	3,803	<b>56,914</b>	<b>4,743</b>
22	15,402	6,192	7,132	4,381	1,573	0,678	0,357	0,377	1,521	2,948	3,678	5,594	<b>49,835</b>	<b>4,153</b>
23	14,981	6,445	8,739	3,033	1,107	0,323	0,269	0,665	1,327	2,498	2,559	3,212	<b>45,159</b>	<b>3,763</b>
24	19,171	5,720	3,484	3,087	1,130	0,728	0,572	0,525	0,647	3,056	2,645	3,875	<b>44,641</b>	<b>3,720</b>
25	21,989	7,716	7,299	4,341	1,109	0,412	0,313	0,226	0,292	2,307	1,689	2,554	<b>50,247</b>	<b>4,187</b>
26	16,363	7,877	6,443	3,306	1,001	0,868	0,208	0,792	1,349	2,120	2,790	1,968	<b>45,087</b>	<b>3,757</b>
27	9,302	6,049	5,193	2,636	1,286	0,984	0,310	0,713	0,567	2,291	2,145	2,672	<b>34,147</b>	<b>2,846</b>
28	7,590	6,082	5,104	1,828	0,879	0,601	0,182	0,500	0,591	1,427	2,878	1,609	<b>29,269</b>	<b>2,439</b>
29	6,352	5,065	3,732	2,380	0,580	0,871	0,147	2,491	0,772	2,856	2,267	3,795	<b>31,307</b>	<b>2,609</b>
30	18,478	6,241	6,690	3,710	0,705	0,504	0,450	1,873	0,754	2,442	4,017	6,508	<b>52,371</b>	<b>4,364</b>
31	19,453	6,803	6,348	2,818	0,673	0,361	0,307	0,481	0,700	6,740	4,425	6,589	<b>55,698</b>	<b>4,641</b>
32	16,189	6,754	8,510	2,367	0,822	0,715	0,270	0,317	0,990	3,154	4,817	6,009	<b>50,914</b>	<b>4,243</b>
33	17,522	9,444	5,474	3,092	0,678	0,353	0,171	1,356	1,125	3,895	3,778	3,666	<b>50,552</b>	<b>4,213</b>
34	9,910	8,545	6,755	2,144	1,229	0,299	0,393	0,990	1,581	1,745	4,783	5,880	<b>44,255</b>	<b>3,688</b>
35	19,485	8,770	8,025	3,122	0,823	0,547	0,214	0,385	0,823	2,884	3,063	5,527	<b>53,668</b>	<b>4,472</b>
36	20,955	10,790	7,977	3,783	0,828	0,470	0,241	0,242	2,107	3,445	3,123	6,067	<b>60,026</b>	<b>5,002</b>
37	23,454	11,688	7,516	3,096	0,875	1,130	0,240	0,331	1,141	2,256	4,127	3,232	<b>59,085</b>	<b>4,924</b>

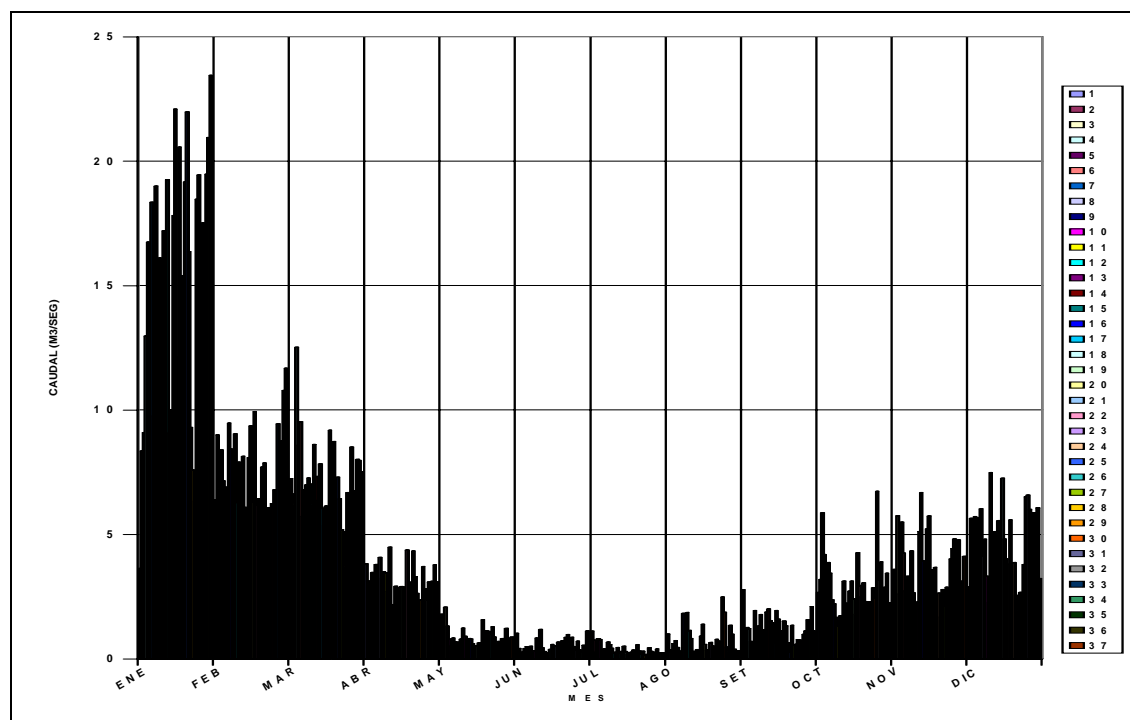


Figura H- 15 Histograma De Caudales Generados Del Río Mariño

#### 4.6.6.2 CAUDALES MEDIOS ANUALES GENERADOS.

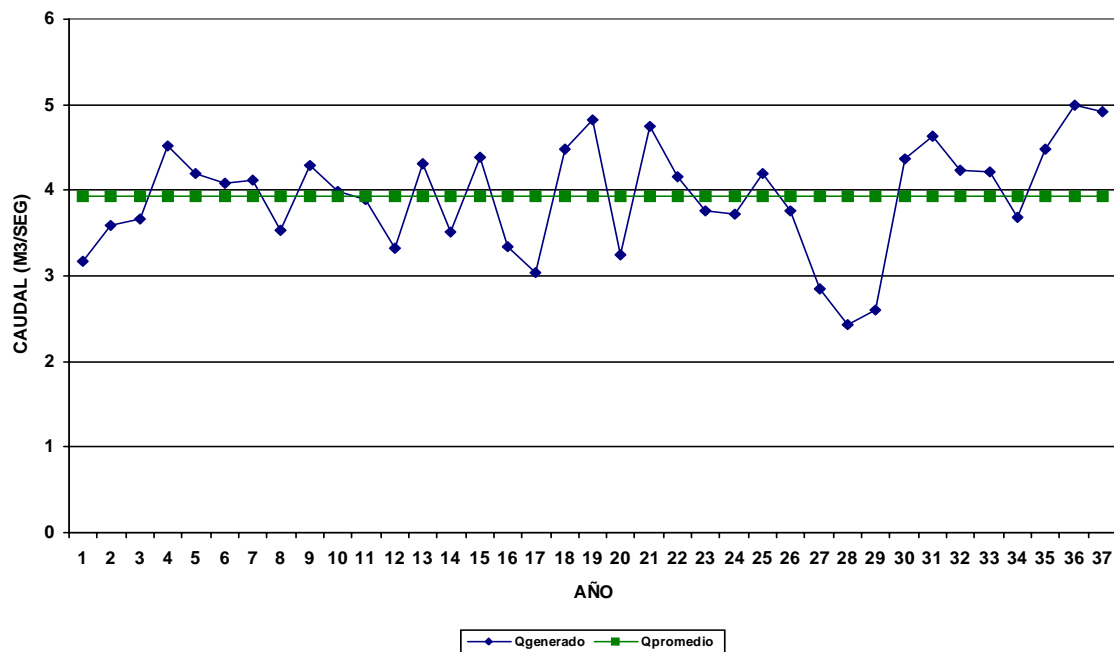
Los Caudales Medios Generados para la Cuenca del Río Mariño, presentan los resultados generales que se muestran en el siguiente Tabla:

Tabla H- 25 Caudales Medios Anuales Generados Del Río Mariño

AÑO	CAUDAL GENERADO (M3/Seg.)		
1	3,164	20	3,247
2	3,593	21	4,743
3	3,659	22	4,153
4	4,514	23	3,763
5	4,198	24	3,720
6	4,084	25	4,187
7	4,118	26	3,757
8	3,525	27	2,846
9	4,293	28	2,439
10	3,996	29	2,609
11	3,897	30	4,364
12	3,330	31	4,641
13	4,314	32	4,243
14	3,514	33	4,213
15	4,386	34	3,688
16	3,349	35	4,472
17	3,042	36	5,002
18	4,488	37	4,924
19	4,815	<b>PROMEDIO</b>	<b>3,927</b>

Fuente: Elaboración propia.

El Caudal Promedio para los 37 años de Generación de Caudales Promedio Mensuales es de **3,927 m<sup>3</sup> / seg.**, el que se adopta como el Caudal Medio de la Cuenca.



Fuente: Elaboración propia.

Figura H- 16 Caudales Medios Anuales Generados Del Río Mariño

#### 4.6.6.3 CAUDALES MENSUALES GENERADOS

A continuación se presentan los Caudales Medios, Máximos y Mínimos Promedio Mensuales, Generados para 37 años de Registros Promedios Mensuales.

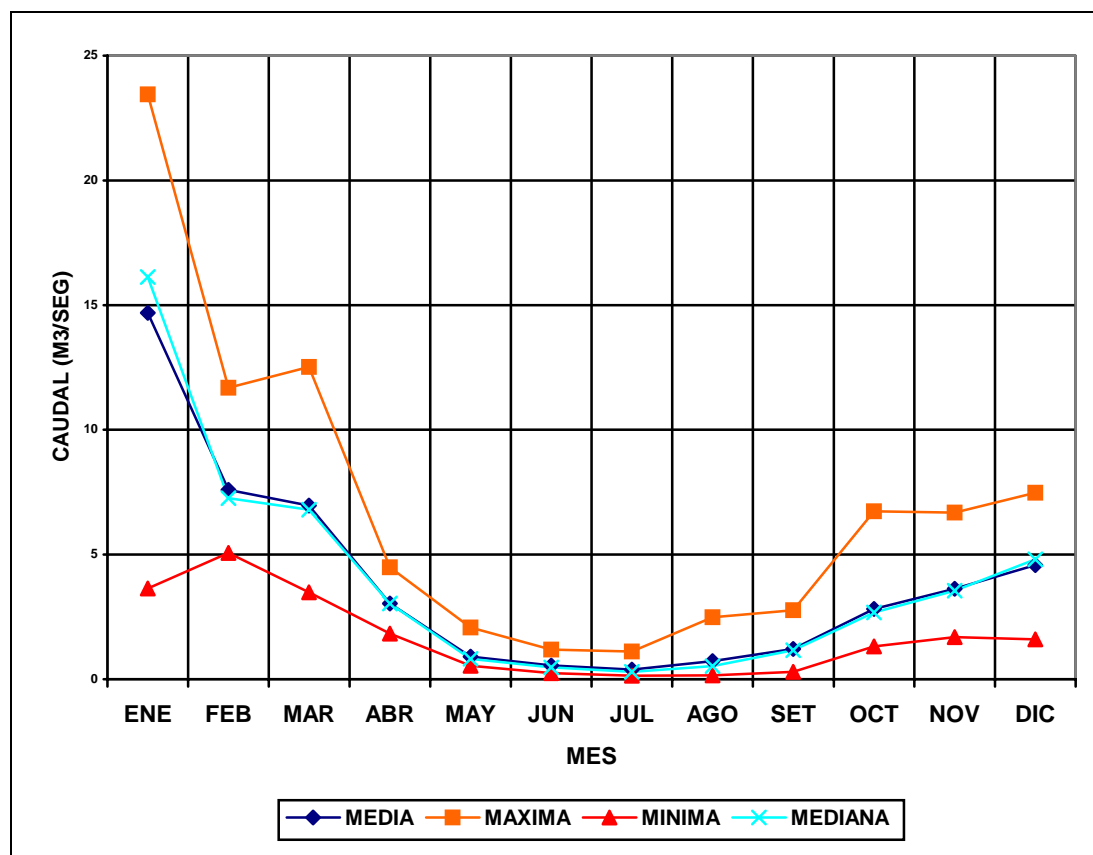
Tabla H- 26 Caudales medios - máximos - mínimos Promedio mensuales generados para el río Mariño

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>MEDIA</b>	14,690	7,593	6,962	3,042	0,917	0,547	0,379	0,736	1,216	2,827	3,633	4,581
<b>MAXIMA</b>	23,454	11,688	12,523	4,493	2,080	1,190	1,113	2,491	2,774	6,740	6,689	7,483
<b>MINIMA</b>	3,637	5,065	3,484	1,828	0,534	0,242	0,147	0,148	0,292	1,317	1,689	1,609
<b>MEDIANA</b>	16,120	7,256	6,801	3,046	0,822	0,470	0,300	0,525	1,164	2,675	3,557	4,806
<b>DESVIACIÓN</b>	5,170	1,573	1,655	0,706	0,352	0,259	0,214	0,559	0,540	1,147	1,214	1,492
<b>VARIANZA</b>	26,738	2,475	2,746	0,499	0,124	0,067	0,046	0,312	0,291	1,316	1,473	2,228

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla Elaborada se observan los siguientes valores críticos:

- El Caudal Mínimo Promedio Mensual Generado para 37 años de Registros es de 0.147 m<sup>3</sup>/seg.
- El Caudal Máximo Promedio Mensual Generado para 37 años de Registros es de 23,457 m<sup>3</sup>/seg.
- El Caudal Promedio Mensual Generado para 37 años de Registros es de 3,927 m<sup>3</sup> / seg.



Fuente: Elaboración propia.

Figura H- 17 caudales medios - máximos - mínimos Promedio mensuales generados para el río Mariño

#### 4.7 GENERACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PARA PERIODOS EXTENDIDOS.

En base a la Generación de Caudales Medios y teniendo como soporte el Modelo de Generación de Caudales Promedio Mensuales para un Período de Registros de Precipitación Homogenizada de 37 años, se ha desarrollado el Estudio de Generación de Caudales Máximos para Periodos Extendidos utilizando los siguientes Modelos Hidrológicos:

- GUMBEL
- MAC - MATH.
- Hidrograma Unitario Sintético (SUH) y
- Hidrograma Unitario Triangular.

##### 4.7.1 GUMBEL

Se basa en las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$Q_T = u + a \cdot Y_T$$

$$u = 0.4177 A^{0.854} / H^{0.1093}$$

$$a = 3.29 E-07 \cdot A^{0.9366} / H^{-1.4269}$$

Donde:

- $Q_T$  = Caudal Máximo para un periodo de retorno de T años en m<sup>3</sup> / seg
- u = Parámetro de distribución
- a = Parámetro de Distribución
- $Y_T$  = Variable reducida



A = Área de la Cuenca den KM2.  
 H = Altitud de la estación de registro en msnm.

#### 4.7.2 MAC - MATH

Se basa en las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$Q_T = C \cdot P \cdot A^{0.58} \cdot S^{0.42} \cdot 10^{-3}$$

$$P = 2.6931 \cdot T^{0.2747} / D^{0.3679}$$

$$S = (CA - CB) / L$$

Donde:

$Q_T$  = Caudal Máximo para un periodo de retorno de T años en m3 / seg  
 C = Coeficiente de Escorrentía  
 P = Precipitación Máxima para T años de Retorno en mm.  
 S = Pendiente del Cauce Principal en m / KM.  
 A = Área de la Cuenca den KM2.  
 D = Duración de la Tormenta en minutos.  
 CA = Cota más alta del río en msnm.  
 CB = Cota más baja del río en msnm.  
 L = Longitud del Cauce Principal en KM.

#### 4.7.3 HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO

Se basa en las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$Q_T = (C \cdot P \cdot A) (3.6 \cdot t_p)$$

$$t_p = C_t (L \cdot L_c \cdot S^{-0.5})^{0.38}$$

$$C_t = 0.37 \cdot S^{-0.5}$$

$$P = I_t \cdot t$$

$$\ln(I_t) = -0.5324 \ln(t) - 0.6305$$

Donde:

$Q_T$  = Caudal Máximo para un período de retorno de T años en m3 / seg  
 C = Coeficiente de Escorrentía  
 P = Precipitación Máxima para T años de Retorno en mm. / hora  
 S = Pendiente Promedio del Cauce Principal.  
 A = Área de la Cuenca den KM2.  
 $t_p$  = Tiempo de Concentración en horas.  
 $C_t$  = Coeficiente de endiente de Orografía .  
 $L_c$  = Longitud al centro de gravedad de la cuenca en KM..  
 L = Longitud del Cauce Principal en KM.

#### 4.7.4 HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Se basa en las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$Q_T = 0.208 \cdot RQ_T \cdot A / T_p$$

$$R = ((L^{0.8} (S - 1)^{1.67}) / (13.9 \cdot I^{0.5}))$$

$$S = 1000 / CN - 10$$

$$T_p = (R - (D/2))$$

$$D = 0.4 \cdot R$$

$$T_b = T_p$$

$$P = I_t \times t$$

$$RQ_t = ((P_T - (5.08 \cdot S))^2 / (P_T - (20.32 \cdot S)))$$

Donde:

- $Q_T$  = Caudal Máximo para un periodo de retorno de T años en m3/seg
- $RQ_T$  = Escorrentía acumulada para T años de retorno en mm.
- R = Retardo en horas
- S = Máxima Retención en pulgadas.
- A = Área de la Cuenca den KM2.
- $T_p$  = Tiempo pico en horas.
- $T_b$  = Tiempo base en horas.
- L = Longitud del cauce principal en KM.
- I = Pendiente Promedio del Cauce Principal en Porcentaje.
- CN = Curva Típica de Precipitaciones Generadas Adoptada y Calibrada.
- D = Duración del Incremento Unitario de Precipitaciones Efectivas en Horas.

#### 4.7.5 GENERACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PARA T AÑOS DE RETORNO

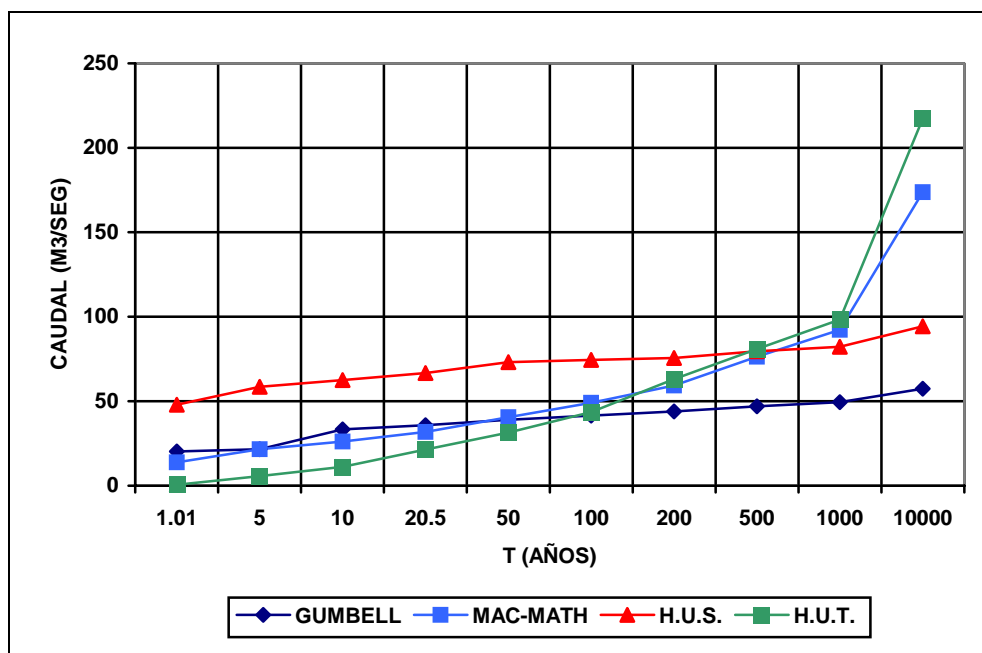
Se ha desarrollado una información sistematizada de Generación de Caudales Máximos, en base a los cuatro Modelos Hidrográficos desarrollados desde 1.01 años hasta 10,000 años la cual se muestra a continuación en el siguiente Tabla:

Tabla H- 27 Caudales Máximos del Río Mariño Para T Años De Retorno

T (años)	GUMBELL	MAC-MATH	H.U.S.	H.U.T.
1,01	20,2305319	13,8750596	47,8556023	0,47743223
5	21,6845226	21,5305357	58,4703571	5,74994523
10	33,3164482	26,0464042	62,4724779	11,2291205
20,5	35,8090037	31,7238992	66,7600567	21,3990716
50	39,0285546	40,5279686	73,0843781	31,4274439
100	41,4518724	49,0284062	74,3960575	43,5560992
200	43,8751902	59,3117469	75,5621534	63,0765804
500	47,0255034	76,2877552	79,4957643	80,9037073
1000	49,4488213	92,28854	82,1647963	98,3273443
10000	57,4111513	173,719182	94,3652702	217,291361

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la evaluación realizada se ha determinado que los Caudales Elaborados por el Modelo Hidrológico de MAC-MATH, es el que más se ajusta al estudio de Generación de Caudales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura H- 18 Caudales máximos Del Río Mariño Para T Años De Retorno

#### 4.8. GENERACIÓN DE CAUDALES MINIMOS PARA PERIODOS EXTENDIDOS

En base a la Generación de Caudales Medios y teniendo como soporte el Modelo de Generación de Caudales Promedio Mensuales para un Periodo de Registros de Precipitación Mensual Homogenizada de 37 años, se ha desarrollado el Estudio de Generación de Caudales Mínimos para Periodos Extendidos utilizando el Modelo Hidrográfico de Gumbel.

##### 4.8.1 MODELO DE GUMBEL

El modelo de Gumbel se basa en la siguiente ecuación:

$$Q_T = E + (TE - E) e^{-wL}$$

Donde:

- $Q_T$  = Caudal Mínimo para un periodo de retorno de T años en m<sup>3</sup> / seg
- E = Variable
- TE = Variable
- L = Variable
- w = Variable de Periodo de Retorno

Los valores constantes desarrollados para el Modelo de Gumbel son las siguientes:

- $Q_T$  = Caudal Mínimo para un periodo de retorno de T años en m<sup>3</sup> / seg  
(Variable)
- E = 0,1424
- TE = 0,2990
- L = 0.98
- w = Variable de Período de Retorno (De acuerdo a los Periodos de Retorno a establecer)

#### 4.8.2 GENERACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS PARA T AÑOS DE RETORNO

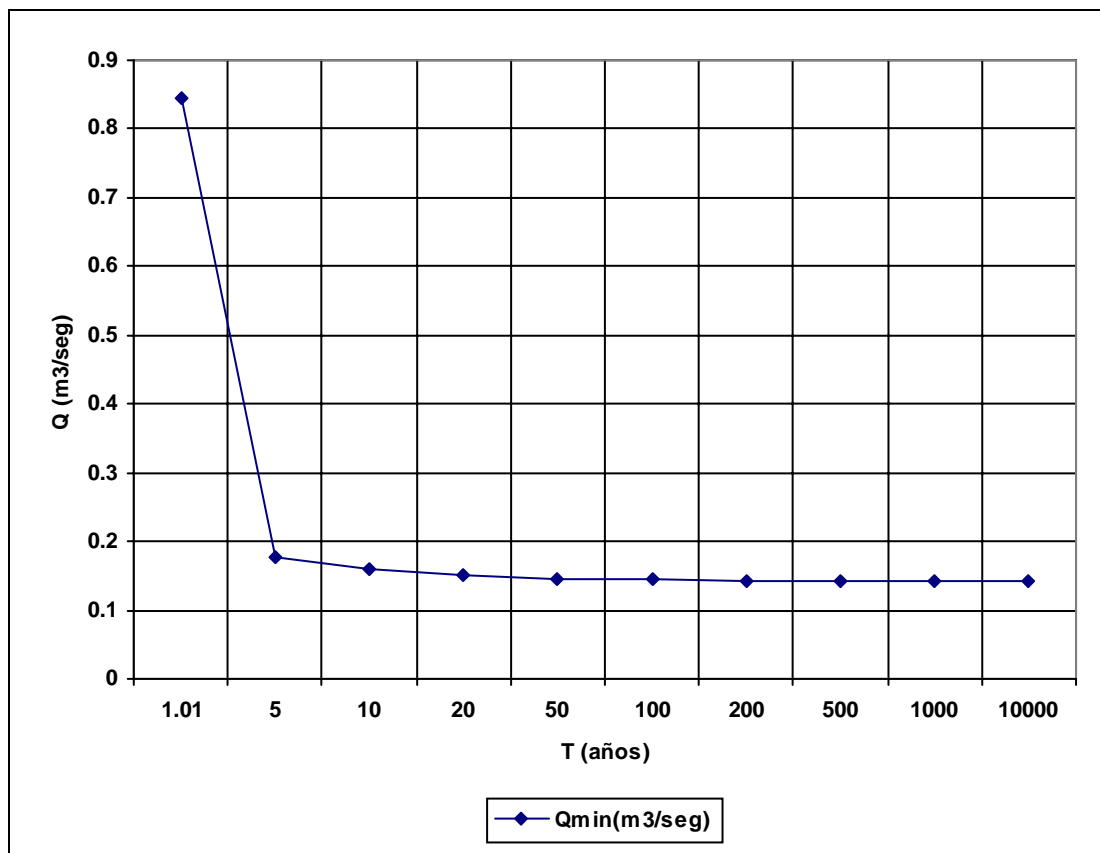
Se ha desarrollado un modelo matemático en base al Modelo Hidrográfico de Gumbel, el cual en función a la información sistematizada de Generación de Caudales Mínimos, se ha desarrollado desde 1.01 años hasta 10,000 años el cual se muestra a continuación:

$$Q = 0,1424 + 0,1565 \times e^{0,98w}$$

Tabla H- 28 Caudales Mínimos del Río Mariño Para T Años de Retorno

N°	PROBABILIDAD P (%)	PERIODO DE RETORNO T (AÑOS)	VARIABLE REDUCIDA w	CAUDALES MÍNIMOS (M3/SEG)
1	0,0100	1,01	1,53	0,843495913
2	0,8000	5	-1,5	0,178476391
3	0,9000	10	-2,25	0,159746155
4	0,9500	20	-2,97	0,151011771
5	0,9800	50	-3,9	0,145915976
6	0,9900	100	-4,6	0,144215737
7	0,9950	200	-5,3	0,143359519
8	0,9980	500	-6,21	0,14284698
9	0,9990	1000	-6,91	0,142670232
10	0,9999	10000	-9,21	0,142509753

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura H- 19 Caudales Mínimos del Río Mariño Para T Años de Retorno

## 4.9 TRANSPORTE DE MATERIAL SÓLIDO DEL RÍO MARIÑO

Los resultados se basan en los estudios de campo y análisis de laboratorio, de muestras tomadas en las diez estaciones de aforo.

Para la determinación de los sólidos de arrastre se utilizó el modelo matemático hidráulico de ZANKE, el cual toma en cuenta diferentes características hidráulicas y mecánicas de los ríos, con la finalidad de determinar la cantidad de material sólido que arrastra un río, basándose en los siguientes parámetros de cálculo: Las densidades líquidas y sólidas del río, la aceleración de la gravedad local, la viscosidad cinemática del río, el diámetro 90 de los materiales sólidos de arrastre, el Número de FROUDE crítico del río, el tirante medio del río, la pendiente de la línea de energía, la velocidad media de la corriente, y el Riesgo de transporte de material sólido. Para la determinación de los parámetros mencionados se realizaron las evaluaciones correspondientes así como los análisis de laboratorio de las muestras de sólidos, el cual consistió en la elaboración de la curva granulométrica.

Tabla H- 29 Caudales Sólidos por Arrastre y en Suspensión

MES	CAUDAL MENSUAL (M3/Seg.)	Q <sub>sa</sub> (CAUDAL SÓLIDO ARRASTRE) (TON/MES)	Q <sub>ss</sub> (CAUDAL SÓLIDO SUSPENSIÓN) (TON/MES)	Q <sub>s</sub> (CAUDAL SÓLIDO TOTAL) (TON/MES)
ENERO	14,690	6'964,647	327,691	7'292,338
FEBRERO	7,593	3'599,902	169,378	3'769,280
MARZO	6,962	3'300,740	155,302	3'456,042
ABRIL	3,042	1'442,236	67,858	1'510,094
MAYO	0,917	434,757	20,456	455,213
JUNIO	0,547	259,337	12,202	271,539
JULIO	0,379	179,686	8,454	188,140
AGOSTO	0,736	348,943	16,418	365,361
SEPTIEMBRE	1,216	576,515	27,125	603,640
OCTUBRE	2,827	1'340,303	63,062	1'403,365
NOVIEMBRE	3,633	1'722,434	81,042	1'803,476
DICIEMBRE	4,581	2'171,889	102,189	2'274,078
<b>TOTAL</b>	<b>47,123</b>	<b>22'341,389</b>	<b>1'051,176</b>	<b>23'392,565</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,9269</b>	<b>1'861,774</b>	<b>87,598</b>	<b>1'949,372</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se estima que el total del material sólido que transporta anualmente en promedio el Río Mariño por la ciudad de Abancay es de 23'392,565 toneladas por año.

La cantidad de material sólido total que arrastra el río se ha determinado sumando los dos tipos de transporte de material sólido: Por arrastre y por suspensión

El mayor transporte de material es el del caudal sólido por arrastre. El transporte de material sólido en suspensión representa el 4.49 % del transporte de material sólido total, correspondiendo el 95.51 % al transporte de material sólido por arrastre, presentando una característica muy particular debido a las fuertes pendientes que presenta el río Mariño y los cauces principales de la cuenca del Río Mariño.

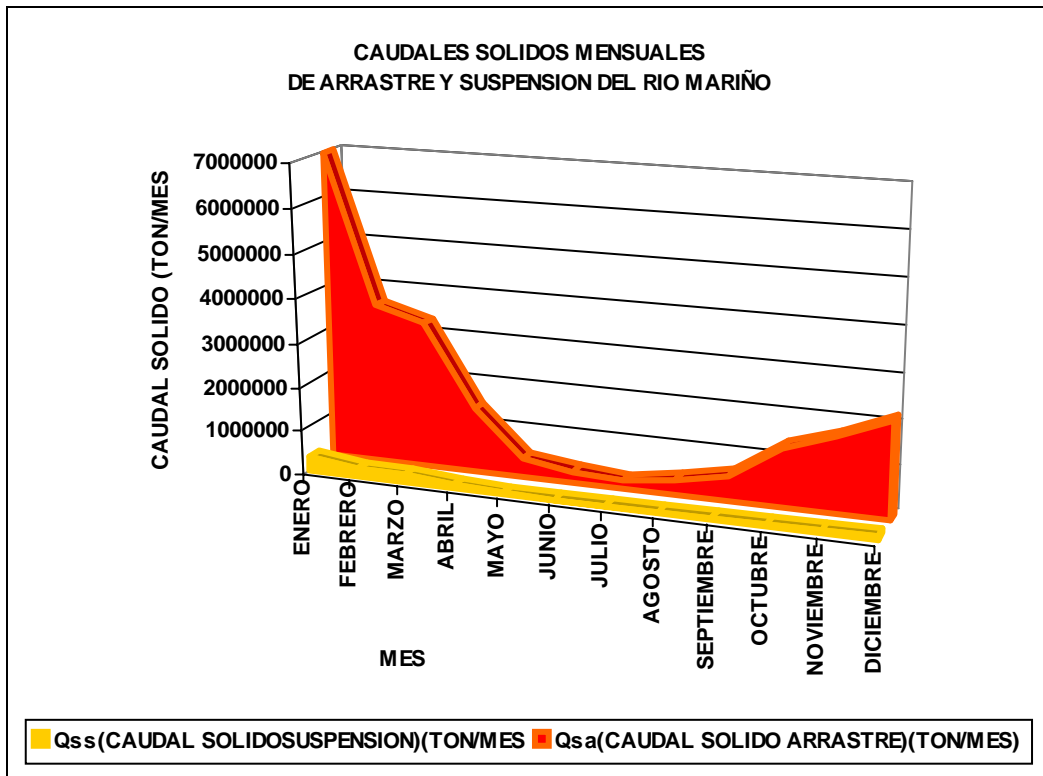


Figura H- 20 Caudales sólidos mensuales de arrastre y suspensión.

#### 4.10 RÉGIMEN HIDRÁULICO DEL RÍO MARIÑO

##### 4.10.1 TURBULENCIA DEL RÍO MARIÑO

La Turbulencia hidráulica del Río Mariño se ha evaluado en función al número de Reynolds, el cual es un parámetro hidráulico adimensional, que permite evaluar la turbulencia de un curso de agua, se basa en los siguientes parámetros: velocidades, tirantes y viscosidad cinemática del agua. Como parte de la evaluación hidráulica de campo se han obtenido en campo las velocidades y los tirantes máximos, con temperaturas promedio de 20 grados centígrados, habiéndose observado una variación entre la temperatura ambiente y la del agua de tres grados centígrados como promedio, las velocidades se han medido con correntómetro.

Tabla H- 30 Turbulencia del Río Mariño (Modelo de Reynolds)

FECHA EVALUACIÓN	LUGAR	RIO	CAUDAL (M3/SEG)	NRO. DE REYNOLDS (Re)	TIPO DE TURBULENCIA
16-03-2,006	San Ignacio	Mariño	13,0328	33'694,893	Turbulento

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al valor mínimo del Número de Reynolds para establecer la turbulencia a partir del parámetro 4,000, se ha observado, que la turbulencia registrada en el río Mariño para un caudal de 13.0328 m<sup>3</sup>/seg (el cual es un caudal aproximadamente promedio) es de 33'694,893, registrada en la estación del Puente de Panamericana en el sector de San Ignacio, lo cual demuestra la Alta Turbulencia del río Mariño.

#### 4.10.2 TURBULENCIA DE LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL RÍO MARIÑO

La Turbulencia hidráulica de los principales afluentes del Río Mariño se ha evaluado en función al número de Reynolds y a la incidencia que presentan estos en su curso a lo largo de la ciudad de Abancay, por lo que se han determinado zonas de aforamiento en la ciudad de Abancay. Como parte de la evaluación hidráulica de campo se han obtenido en campo las velocidades y los tirantes máximos, con temperaturas promedio de 20 grados centígrados, habiéndose observado una variación entre la temperatura ambiente y la del agua de tres grados centígrados como promedio, las velocidades se han medido con correntómetro y **se han realizado el 16 de Marzo del 2,006.**

Tabla H- 31 Turbulencia De Los Ríos De La Cuenca Del Río Mariño (Modelo De Reynolds)

RÍO	LUGAR	CAUDAL (M3/SEG)	NUMERO DE REYNOLDS (Re)	TIPO DE TURBULENCIA
Ñacchero	Grifo el Pilota – Carretera Panamericana	0,147104	87,561	Media
San Luís	Urbanización San Luís – Carretera Panamericana	0,088367	262,998	Alta
Ullpahuayco	Puente Concreto Armado	0,007000	8,928	Baja
Chinchichaca	Pontón de Madera – Urbanización Nueva Granja	0,162514	90,689	Media
Veronicayoc	Puente Veronicayoc – Carretera Panamericana	0,040000	22,321	Media
Colcaqui	Puente Capelo – Carretera Panamericana	2,141834	597,610	Alta
Colcaqui	Puente Condebamba – Urbanización Condebamba	----	----	----
Marcahuasi	Puente Aymas	1,063585	395,679	Alta
Hatunpata	Puente Calicanto	9,044598	1'281,830	Muy Alta
Varios Cauces	Cuenca Anishuayco	----	---	----

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al valor mínimo del Número de Reynolds para establecer la turbulencia a partir del parámetro 4,000, se ha observado, que la turbulencia registrada en los diferentes ríos de la cuenca del río Mariño son muy variables dependiendo básicamente del caudal, la velocidad y el tirante.

De esta forma es que se han definido tres tipos de Turbulencia:

- a) Muy Alta para Números de Reynolds mayores a 1'000,000
- b) Alta para Números de Reynolds comprendidos entre 100,000 a 1'000,000
- c) Media para Números de Reynolds comprendidos entre 10,000 a 1'000,000
- d) Baja para Números de Reynolds comprendidos entre 4,000 a 10,000

El río que presenta una muy alta turbulencia es el río Hatunpata debido específicamente a su alta velocidad que es de 1.8376 m/seg

Los Ríos que presentan una alta turbulencia son los ríos San Luís con una velocidad de 1,9637 m/seg, Colcaqui con una velocidad de 1,4873 m/seg y Marcahuasi con una

velocidad de 1,7726, los que presentan altas velocidades.

Los Ríos que presentan una turbulencia media son los ríos Ñacchero con una velocidad de 0,5000 m/seg, Veronicayoc con una velocidad de 1,4873 m/seg y Chinchichaca con una velocidad de 1,015, los que presentan velocidades medias.

El Río que presenta una baja turbulencia es el río Ullpahuayco con una velocidad de 0,500 m/seg,.

#### 4.10.3 NUMERO DE FROUDE PARA EL RÍO MARIÑO

El Régimen Hidráulico del Río Mariño se ha evaluado en función al número de Froude,

Tabla H- 32 Régimen Hidráulico del Río Mariño (Modelo de Froude)

FECHA EVALUACIÓN	LUGAR	RIO	VELOCIDAD (M/SEG)	NRO. DE FROUDE (Fr)	TIPO DE REGIMEN
16-03-2,006	San Ignacio	Mariño	2,7039	1,1732	Supercrítico

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al valor mínimo del Número de Froude para establecer el Régimen Hidráulico a partir del parámetro 1,00, se ha observado, que el Número de Froude registrado en el río Mariño para una velocidad de 2,7039 m/seg (el cual es la velocidad aproximadamente promedio) es de 1,1732, registrada en la estación del Puente de Panamericana en el sector de San Ignacio, que corresponde a un Régimen Supercrítico, lo que demuestra que el río Mariño presenta un régimen de flujo altamente erosivo.

#### 4.10.4 RÉGIMEN HIDRÁULICO - CUENCA DEL RÍO MARIÑO

El Régimen Hidráulico de los principales Ríos de la Cuenca del Río Mariño se ha evaluado en función al número de Froude,

Tabla H- 33 Turbulencia De Los Ríos De La Cuenca Del Río Mariño (M. Reynolds)

FECHA EVALUACIÓN	LUGAR	RIO	VELOCIDAD (M/SEG)	NUMERO DE FROUDE (Fr)	TIPO DE REGIMEN
16-03-2,006	Grifo el Pilota – Carretera Panamericana	Ñacchero	0,980	0,990	Crítico
16-03-2,006	Urbanización San Luís – Carretera Panamericana	San Luís	1,963	1,619	Supercrítico
16-03-2,006	Puente Concreto Armado	Ullpahuayco	0,500	1,129	Supercrítico
16-03-2,006	Pontón de Madera – Urbanización Nueva Granja	Chinchichaca	1,015	0,837	Subcrítico
16-03-2,006	Puente Veronicayoc – Carretera Panamericana	Veronicayoc	0,500	0,714	Subcrítico
16-03-2,006	Puente Capelo – Carretera Panamericana	Colcaqui	1,487	0,708	Subcrítico
16-03-2,006	Puente Condebamba – Urbanización Condebamba	Colcaqui	---	---	----
16-03-2,006	Puente Aymas	Marcahuasi	1,772	1,132	Supercrítico
16-03-2,006	Puente Calicanto	Hatunpata	1,837	0,663	Subcrítico
16-03-2,006	Cuenca Anishuayco	Varios Cauces	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

El Río que presenta un Régimen crítico es el río Ñacchero



Los Ríos que presentan un Régimen Supercrítico son los ríos San Luís, Ullpahuayco y Marcahuasi, los que son altamente erosivos.

Los Ríos que presentan un Régimen Subcrítico son los ríos Chinchichaca, Veronicayoc, Colcaqui y Hatunpata

#### **4.11 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA CUENCA DEL RÍO MARIÑO**

##### **4.11.1 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO MARIÑO**

El Dimensionamiento Hidráulico del Río Mariño se ha basado, en la información desarrollada de los Parámetros Climatológicos, Parámetros Hidrometeorológicos, que sirvieron de fuente para desarrollar los Modelos Hidrológicos de Parámetros Naturales, el Modelo Hidráulico de Generación de Caudales Promedios Mensuales, los Modelos de Generación de Caudales Máximos para Periodos Extendidos y el Modelo de Generación de Caudales Mínimos para Periodos Extendidos.

##### **4.11.2. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO HIDRÁULICO**

Es en base a esta información desarrollada que se han definido tres tipos de escorrentías para el diseño hidráulico de escorrentías por Tormentas:

- a) Escorrentía por Tormentas Máximas Probables (Periodos Calculados hasta 50 años)
- b) Escorrentía por Tormentas Centenarias (Periodos Calculados hasta los 500 años)
- c) Escorrentía por Tormentas Milenarias (Periodos Calculados hasta los 10,000 años)

##### **a) ESCORRENTÍA POR TORMENTAS MÁXIMAS PROBABLES**

Las Escorrentías por tormentas máximas probables son las que se presentan con mayor frecuencia en la ciudad de Abancay, por lo que su eventualidad de ocurrencia es anual en un margen de probabilidad de ocurrencia de 0 hasta 50 años.

##### **b) ESCORRENTÍA POR TORMENTAS CENTENARIAS**

Las Escorrentías por tormentas máximas centenarias son las que se pueden presentar eventualmente en la ciudad de Abancay, por lo que su eventualidad de ocurrencia se encuentra alrededor de los cien años en un margen de probabilidad de ocurrencia de 100 hasta 500 años, por lo que esta información es analizada y evaluada para tomar como Tormenta de Diseño Hidráulico en las obras de infraestructura hidráulica de la región.

##### **c) ESCORRENTÍAS POR TORMENTAS MILENARIAS**

Las Escorrentías por tormentas milenarias se han calculado debido a los constantes cambios climáticos mundiales, las que se han manifestado inicialmente en la elevación de las temperaturas a nivel global, causando la deglaciación acelerada de los nevados generando aludes y eventos hidráulicos extraordinarios (llámese milenarios) en la región, por lo que su eventualidad de ocurrencia es milenario en un margen de probabilidad de ocurrencia de 1,000 hasta los 10,000 años.

Los resultados de estos cálculos hidráulicos de se muestran a continuación en los siguientes mapas.

#### 4.113 ECUACIÓN GENERAL DE DISEÑO

La Ecuación General de Dimensionamiento Hidráulico del Río Mariño en la ciudad de Abancay se basa en la Ecuación de MANNING, cuya ecuación es la siguiente:

$$Q = R \cdot E(2/3) \times S \cdot E(1/2) \times A \times n \cdot E(-01)$$

Donde:

- Q = Caudal
- R = Radio Medio Hidráulico
- S = Pendiente
- A = Sección Hidráulica

#### 4.11.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DESARROLLADOS

En base a la ecuación de MANNING se han desarrollado los diferentes parámetros hidráulicos de Diseño para el Río Mariño, obteniéndose los siguientes parámetros básicos de Diseño:

- a) Pendiente de los Taludes : h : 0 (90° de talud H:0, V:1)
- b) Ancho Uniforme del Río : B = 10.00 m.
- c) Pendiente del Lecho : S = 0.1175
- d) Diámetro 90 Sólidos : d90 = 20 mm.
- e) Diámetro 50 Sólidos : d50 = 0,65 mm.
- f) Diámetro 10 Sólidos : d10 = 0,065 mm.
- g) Rugosidad del Lecho : kst = 49,9039606954
- h) Coeficiente de Manning : n = 0.0200384896522

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla H- 34 Diseño De Tirantes De Inundación Del Río Mariño (Modelo De Manning)

PERIODO	CAUDAL Q (M3/SEG)	TIRANTE DE DESBORDE Yd (m)	TIRANTE CALCULADO Yc (m)	OBSERVACIONES
1,01	13,8750596	3,00	0,2251	Sin desborde
5	21,5305357	3,00	0,2945	Sin desborde
10	26,0464042	3,00	0,3311	Sin desborde
20,5	31,7238992	3,00	0,3738	Sin desborde
50	40,5279686	3,00	0,4350	Sin desborde
100	49,0284062	3,00	0,4896	Sin desborde
200	59,3117469	3,00	0,5512	Sin desborde
500	76,2877552	3,00	0,6455	Sin desborde
1000	92,2885400	3,00	0,7279	Sin desborde
10000	173,719182	3,00	1,0903	Sin desborde

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.12 CÁLCULO HIDRÁULICO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN

Para iniciar el cálculo hidráulico de las áreas de Inundación en las cuencas de la ciudad de Abancay, se ha desarrollado el estudio hidrológico para la ciudad de Abancay, seguidamente se han identificado las cuencas con mayor riesgo en la ciudad de

Abancay, a continuación se han calculado los caudales máximos y mínimos y finalmente se ha desarrollado el dimensionamiento hidráulico para cada una de las cuencas con peligros climáticos de inundación. Mapa No. 09 Peligros Climáticos (Inundaciones)

En la ciudad de Abancay se han identificado nueve cuencas que presentan alto riesgo de inundación, el peligro se ha generado por la configuración urbana de la ciudad, donde las construcciones urbanas se han ubicado a la salida de los cauces naturales, estrechando los desfogues naturales.

#### 4.12.1 MODELO HIDROLÓGICO PARA LAS CUENCAS DE ABANCAY

Para el estudio Hidrológico de las cuencas de la ciudad de Abancay, se ha utilizado la base de datos elaborada por el Modelo Hidrológico Sistematizado denominado Sistema de Simulación de Parámetros Naturales S.I.P.A.N., el que reporta la siguiente información básica:

• Temperatura Mínima Mensual	: 3.58 °C
• Temperatura Media Mensual	: 11.37 °C
• Temperatura Máxima Mensual	: 19.03 °C
• Humedad Relativa Media Mensual	: 61.28 %
• Evapotranspiración Potencial Media	: 929.53 mm./mes
• Precipitación Media Mensual	: 598.24 mm./mes
• Tipo de Clima de la Cuenca	: CLIMA SECO
• Factor de Ajuste para Clima Seco	: 0.64
• Valor del Punto de Tensión	: 24.80
• Evapotranspiración Potencial Máxima Mensual	: 64.94 mm./mes
• Evapotranspiración Real Máxima Mensual	: 51.60 mm./mes
• Exceso de Precipitación Máxima Mensual	: 115.8m.m./mes
• Máxima Mensual de Recarga de Humedad del Suelo	: 33.1 mm./mes
• Máxima Mensual de Agotamiento de la Humedad	: 42.5 mm./mes
• Máxima Mensual de Humedad Almacenada	: 59.8 mm./mes
• Máxima Escorrentía Total Mensual	: 115.8 mm./mes
• Máxima Deficiencia de la Precipitación Mensual	: 65.9 mm./mes
• Máxima Relación de Precipitación Media Mensual con la Evapotranspiración Real Media Mensual	: 5.1 mm
• Precipitaciones Medias Máximas Anuales Generadas	: 749.0 mm./año
• Precipitaciones Mínimas Anuales Generadas	: 406.4 mm./año
• Caudales Medios Máximos Anuales Generados	: 308.2m.m./mes
• Caudales Medios Mínimos Anuales Generados	: 174.1 mm./mes
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 1.0 año	: 33.529 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 5.0 años	: 40.966 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 10.0 años	: 43.770 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 20.0 años	: 46.774 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 50.0 años	: 51.205 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 100.0 años	: 52.124 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 200.0 años	: 52.941 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 500.0 años	: 55.697 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 1,000 años	: 57.567 mm.
• Precipitación Máxima Probable de 24 horas para 10,000 años	: 66.115 mm.

#### 4.12.2 DETERMINACIÓN DE LAS CUENCAS CON ALTO RIESGO DE INUNDACIÓN

Se ha determinado que los principales cauces de la cuenca del río Mariño confluyen en la ciudad de Abancay, por lo que estos se han identificado como cauces principales de la cuenca del río Mariño

El Control hidráulico se ha realizado en función a las estaciones aforo, las que posteriormente permitieron identificar, analizar y calcular los riesgos hidráulicos por inundación en su trayectoria a lo largo de la ciudad de Abancay que se ve afectada en el caso de caudales máximos.

Habiéndose identificado las cuencas, ríos y canales que presentan alto riesgo de inundación, se han determinado las cuencas que representan las zonas de alto riesgo de inundación para la ciudad de Abancay, son las que se muestran en el Tabla siguiente:

Tabla H- 35 Cuencas con Zonas de Alto Riesgo de Inundación

Zona de Aforamiento	Cuenca
1) Grifo el Piloto – Carretera Panamericana	Nacchero
2) Urbanización San Luís – Carretera Panamericana	San Luís
3) Puente Concreto Armado	Ullpahuayco
4) Pontón de Madera – Urbanización Nueva Granja	Chinchichaca
5) Puente Veronicayoc – Carretera Panamericana	Veronicayoc
6) Puente Capelo – Carretera Panamericana	Colcaqui
7) Puente Condebamba – Urbanización Condebamba	Colcaqui
8) Puente Aymas	Marcahuasi
9) Puente Calicanto	Hatunpata
10) Anishuayco	Anishuayco

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.12.3 GENERACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PARA LAS CUENCAS

En base a la Generación de Caudales Medios y teniendo como soporte el Modelo de Generación de Caudales Promedio Mensuales para un Periodo de Registros de Precipitación Homogenizada de 37 años, se ha desarrollado el Estudio de Generación de Caudales Máximos para Periodos Extendidos utilizando cuatro Modelos Hidrológicos.

##### 4.12.3.1 GUMBEL

Se basa en la siguiente ecuación:

$$Q_T = u + a \cdot Y_T$$

##### 4.12.3.2 MAC - MATH

Se basa en la siguiente ecuación:

$$Q_T = C \cdot P \cdot A^{0.58} \cdot S^{0.42} \cdot 10^{-3}$$

##### 4.12.3.3 HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO

Se basa en la siguiente ecuación:

$$Q_T = (C \cdot P \cdot A) (3.6 \cdot t_p)$$

#### 4.12.3.4 HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Se basa en la siguiente ecuación matemática:

$$Q_T = 0.208 \cdot RQ_T \cdot A / T_p$$

El Cálculo de Generación de Caudales para las nueve cuencas presenta los siguientes resultados:

Tabla H- 36 Generación de Caudales máximos Para T Años de Retorno

CUENCA	ÑACCHERO	SAN LUIS*	ULLPAHUAYCO**	CHINCHICHACA	VERONICAYOC***	COLCAQUI	MARCAHUASI	HATUNPATA
Modelo T(años)	H.U.T.	H.U.T.	MAC-MATH	MAC-MATH	MAC-MATH	MAC-MATH	MAC-MATH	MAC-MATH
1,01	3,1821	1,5910	1,3409	4,0228	0,9023	3,6094	2,7483	6,6853
5	4,9103	2,4551	2,0691	6,2075	1,3924	5,5696	4,2410	10,3159
10	5,9258	2,9629	2,4971	7,4913	1,6803	6,7215	5,1180	12,4494
20	7,1994	3,5997	3,0338	9,1014	2,0415	8,1661	6,2180	15,1250
50	9,1688	4,5844	3,8636	11,5910	2,5999	10,3999	7,9189	19,2624
100	11,0650	5,5325	4,6627	13,9882	3,1376	12,5507	9,5566	23,2460
200	13,3534	6,6767	5,6270	16,8811	3,7866	15,1464	11,5331	28,0536
500	17,1203	8,5601	7,2144	21,6432	4,8548	19,4192	14,7866	35,9675
1000	20,6610	10,3305	8,7064	26,1193	5,8588	23,4353	17,8446	43,4060
10000	38,5791	19,2895	16,2570	48,7710	10,9398	43,7593	33,3202	81,0494

Fuente: Elaboración propia.

- \* Tributario Ñacchero
- \*\* Tributario Chinchichaca
- \*\*\* Tributario Colcaqui

De acuerdo a lo desarrollado en los planos de evaluación hidráulica de la cuenca del río Mariño, se han determinado las zonas más vulnerables por efecto de la confluencia de cauces en la ciudad de Abancay, los que de acuerdo al estudio de generación de caudales se han determinado típicamente como cuatro punto vulnerables críticos:

**CAUCE FONAVI.-** Es el cauce antiguo que surcaba por la Urb. Fonavi, el cual ha desaparecido por causa de la habilitación urbana, adonde ya no se observa canal o estructura hidráulica que haya considerado el desarrollo del mismo y que conectaba antiguamente con el río Chinchichaca en la quebrada El Olivo. En la parte superior de la Urbanización Fonavi existen otras construcciones tales como cercos perimétricos de propiedades y terrenos de cultivo construidos transversalmente al cauce antiguo que han cerrado los flujos de agua que se generan en la parte superior, lo que ha ocasionado que los flujos de agua que se generan por escorrentía superficial se infiltren en la parte superior sin llegar a fluir libremente por el cauce antiguo.

**AVENIDA SEOANE**, adonde confluyen los ríos Ullpahuayco y Chinchichaca, el problema más crítico es el ensanchamiento que ha sufrido el río Ullpahuayco por la construcción de un canal y que inclusive en la zona de encuentro con la Avenida Seoane ha sido canalizado totalmente con una sección hidráulica deficiente.

**URB. SANTA ISABEL**, adonde confluyen los ríos Colcaqui y Hatunpata, esta zona no cuenta con tratamiento de los cauces mediante defensas ribereñas, por el contrario se han construido casas en el cauce del río.

**AYMAS BAJA**, adonde confluyen los ríos Hatunpata y Marcahuasi, esta zona tampoco cuenta con tratamiento de los cauces mediante defensas ribereñas, por el contrario también se han construido casas en el cauce del río.

A continuación se muestra el esquema hidráulico de ubicación de estos cuatro puntos críticos en la ciudad de Abancay.

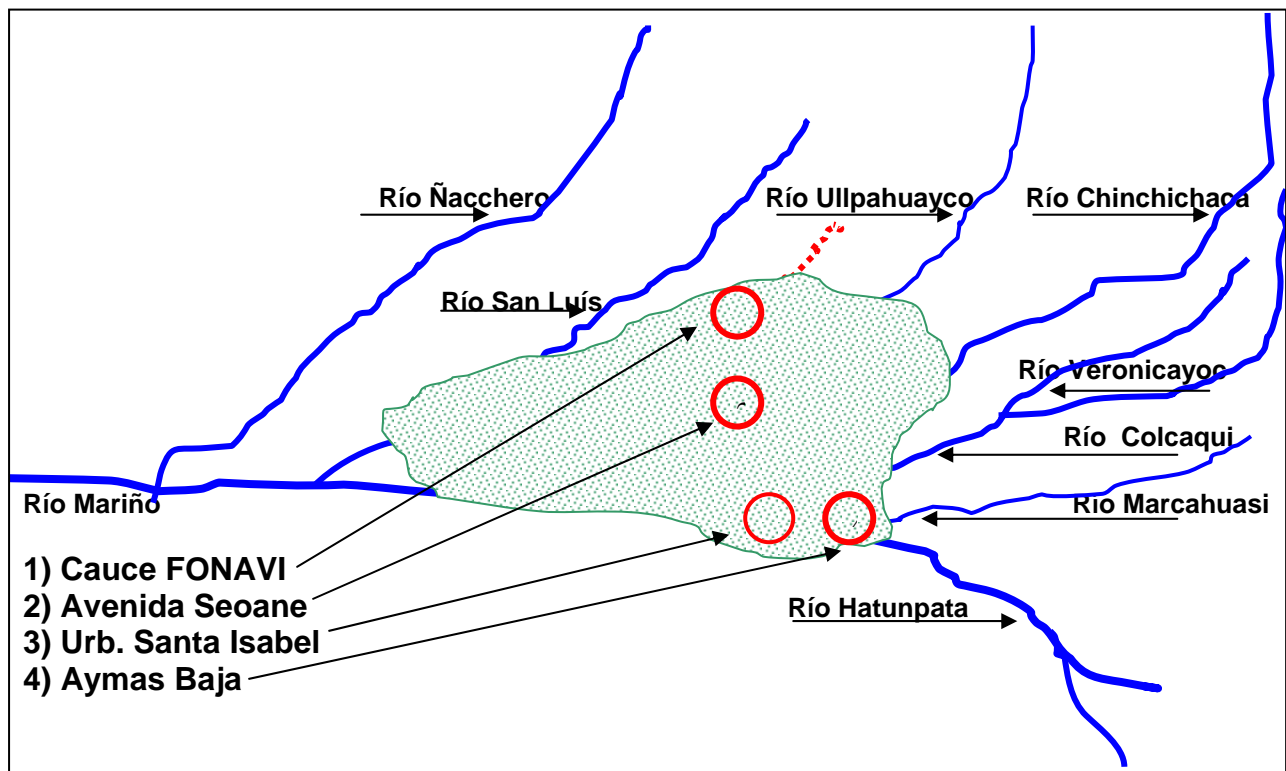


Figura H- 21 Cuencas con Zonas de Alto Riesgo de Inundación

#### 4.12.4 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS CAUCES ALUVIALES

El Dimensionamiento Hidráulico de los cauces aluviales identificados en numero de nueve para la ciudad de Abancay se ha basado, en la información básica desarrollada de los Parámetros Climatológicos y Parámetros Hidrometeorológicos.

Los Parámetros Hidrológicos sirvieron de fuente para desarrollar los Modelos Hidrológicos de Parámetros Naturales, los Modelos de Generación de Caudales Máximos para Periodos Extendidos.

#### 4.12.4.1 ECUACIÓN GENERAL DE DISEÑO

La Ecuación General de Dimensionamiento Hidráulico para las nueve cuencas en la ciudad de Abancay se basa en la Ecuación de MANNING, que es la siguiente:

$$Q_T = R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot A / n$$

#### 4.12.4.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DESARROLLADOS

En base a la ecuación de MANNING se han desarrollado los diferentes parámetros hidráulicos de diseño para las nueve cuencas de la ciudad de Abancay con alto riesgo de inundación.

Estos parámetros se han obtenido del análisis geomorfológico, geotécnico e hidráulico de las cuencas de la ciudad de Abancay, adonde se han tomado en cuenta las características particulares que presentan cada una de las nueve cuencas evaluadas como son: las rugosidades, las pendientes, los perímetros hidráulicos y las secciones hidráulicas correspondientes a cada uno de los Caudales Generados para los periodos de retorno de 1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 y 10,000 años, determinándose básicamente los tirantes para un escurrimiento fluido es decir a donde no deberían existir interrupciones en el flujo, donde las calles permitirían el normal paso del agua.

En el caso de existir alguna interrupción en cualquiera de los cauces se generarían inmediatamente desbordes que afectarían a las viviendas que se encuentran construidas principalmente en las riberas de los cauces.

Tabla H- 37 Generación de Tirantes Máximos Para T Años de Retorno

PARÁMETRO	MACCHERO	SAN LUIS	JULLPAHUAYCO	CHINCHICHACA	VERONICAYOC	COLCAQUI	MARCAHUASI	HATUNPATA
Pendiente de Talud	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ancho del Cauce	1,50	0,90	3,40	3,60	1,70	3,20	2,40	8,45
Pendiente Lecho	0,2758	0,2125	0,26	0,2123	0,0833	0,1535	0,2428	0,1343
Coefi. Manning	0,0222	0,0211	0,0203	0,0224	0,0237	0,0214	0,0214	0,0144
Y <sub>1</sub> (m)	0,2351	0,2667	0,0843	0,1811	0,1580	0,1966	0,1742	0,1260
Y <sub>5</sub> (m)	0,3037	0,3641	0,1100	0,2376	0,2091	0,2585	0,2297	0,1641
Y <sub>10</sub> (m)	0,3390	0,4182	0,1235	0,2675	0,2365	0,2914	0,2592	0,1840
Y <sub>20</sub> (m)	0,3797	0,4840	0,1393	0,3027	0,2689	0,3302	0,2941	0,2072
Y <sub>50</sub> (m)	0,4365	0,5825	0,1618	0,3533	0,3161	0,3861	0,3446	0,2403
Y <sub>100</sub> (m)	0,4861	0,6747	0,1819	0,3988	0,3590	0,4366	0,3908	0,2697
Y <sub>200</sub> (m)	0,5408	0,7838	0,2046	0,4506	0,4084	0,4942	0,4425	0,3028
Y <sub>500</sub> (m)	0,6216	0,9596	0,2393	0,5304	0,4854	0,5834	0,5237	0,3530
Y <sub>1000</sub> (m)	0,6899	0,9610	0,2695	0,6009	0,5545	0,6624	0,5959	0,3967
Y <sub>10000</sub> (m)	0,9667	1,9250	0,4024	0,9186	0,8758	1,0220	0,9276	0,5864
OBSERVACION	No	Desborde	Si	Desborde	No	No	No	Desborde

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.12.5 ZONAS URBANAS CON ALTO RIESGO DE INUNDACIÓN**

Habiéndose identificado las cuencas, ríos y canales que presentan alto riesgo de inundación en su curso a lo largo de la ciudad de Abancay, se han identificado también la incidencia que tienen estos al surcar la zona urbana de la ciudad de Abancay por lo que se han identificado las zonas urbanas con alto riesgo de inundación.

Los problemas que presenta la zona urbana de la ciudad de Abancay para el drenaje pluvial son los siguientes: Ver mapa No.09 Peligros Climáticos (Inundaciones)

- 1° La ciudad de Abancay no cuenta con sistema de drenaje pluvial
- 2° Al Generarse las precipitaciones, los flujos de agua que se generan son evacuados por las calles, siendo uno de los aspectos favorables en la mayoría de ellas las fuertes pendientes que existen.
- 3° Se observa que al presentarse precipitaciones pluviales se generan inmediatamente caudales los que se incrementan considerablemente por cuanto los tiempos de concentración son mínimos de igual forma las pendientes son fuertes y por tratarse de una zona urbana los coeficientes de concentración son altos, lo que ocasiona una alta concentración de flujos sobre todo en las partes bajas de la ciudad.
- 4° Al generarse precipitaciones pluviales estas no fluyen libremente por las calles por cuanto existen diversos tipos de objetos que obstruyen el escurrimiento superficial libre como son los diferentes tipos de vehículos existentes en la ciudad que se encuentran estacionados o en movimiento tales como triciclos, carretillas, automóviles camionetas, camiones y autobuses, así como la alta concentración de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos existentes en todas las calles.
- 5° Toda la población urbana drena sus aguas pluviales directamente a las calles; sin embargo aproximadamente el cincuenta por ciento de las calles se han diseñado paralelamente a las curvas topográficas es decir transversalmente a los cauces que atraviesan la ciudad, sin llegar a desfogar directamente a estos, por lo que en estas calles se genera una alta concentración de volúmenes de aguas, que no son evacuadas directamente a los cauces, por lo que se generan inundaciones parciales en algunas de estas calles.
- 6° En función a la descripción detallada anteriormente es que se han determinado las zonas urbanas adonde se generan problemas de inundación cuando se presentan precipitaciones pluviales intensas típicamente definidas a partir de las precipitaciones pluviales centenarias.

Las zonas de las calles comprendidas en este riesgo se hallan indicadas en el Tabla de peligro climático de Abancay, señalando el caso de inundación.

#### **4.13 MODELO HIDRÁULICO - ALUVIÓN PARA ABANCAY**

Este modelo se propone en base a las investigaciones de campo, cálculos hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos y geológicos evaluados por el equipo multidisciplinario y que presenta características muy particulares.



#### 4.13.1 MODELO HIDRÁULICO DE CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL ALUVIÓN

El Modelo Hidráulico de cálculo del volumen del aluvión se ha desarrollado considerando las características estrictamente particulares del Nevado Ampay y de la Cuenca del Río Chinchichaca, por donde se desarrolla el presente modelo y que culmina en el encuentro del río Chinchichaca con el río Mariño luego de recorrer quince kilómetros, cuya ecuación es la siguiente:

$$G(x) = G(o) \cdot X^{ax}$$

Donde:

$G(x)$  = Volumen del Aluvión a la distancia de recorrido  $x$

$G(o)$  = Volumen Inicial del Aluvión

$X$  = Distancia recorrida

$a$  = Coeficiente de Abrasión

#### 4.13.2 PARÁMETROS DESARROLLADOS

En base al modelo hidráulico se han desarrollado los diferentes parámetros hidráulicos de diseño para la cuenca de Chinchichaca desde su origen en el Nevado Ampay hasta el encuentro del río Chinchichaca con el río Mariño.



Foto 25 – Nevado Ampay.

El Volumen inicial de deshielo se ha calculado en una masa de 2'000,000.00 de m<sup>3</sup>, la cual se desprende para transitar a lo largo de un kilómetro sin cambiar de masa para luego incrementarla por el impacto con la laguna de Uspaycocha que cuenta con un

volumen de agua de aproximadamente 3'000,000 de metros cúbicos a partir de donde se genera un incremento de masa por ser suelos no cohesivos, con taludes mayores a los 45 grados, a una velocidad de 100 Km/hora.

Los parámetros se han obtenido del análisis geomorfológico, geotécnico e hidráulico de la cuenca del río Chinchichaca, adonde se han tomado en cuenta las características particulares que presenta la cuenca evaluada como son: la rugosidad, la pendiente, el perímetro hidráulico y las secciones hidráulicas correspondientes cada 500 metros de trayectoria del cauce y son los siguientes:

a) Longitud de la Cuenca	= 15 Kilómetros
b) Velocidad Media de Desplazamiento	= 100 Km/hora
c) Rugosidad del Cauce	= 39.0236 mm.
d) Coeficiente de Manning	= 0.0224
e) Material Predominante del Cauce	= Areniscas
f) Coeficiente de Abrasión	= 0.041



Foto 26 – “Catarata” de hielo del nevado Ampay.

El Modelo desarrollado se basa en un modelo que ha sido creada por el autor en este caso para generación de aluviones, en zonas con características climáticas, hidrológicas, hidráulicas, topográficas, geotécnicas y geológicas que se proponen y con el coeficiente de abrasión de Sternberg.

La velocidad inicial del desplazamiento del alud se basa en los cálculos de velocidades de aludes que oscilan entre los 300 y 200 Km/hora, que en el modelo se adopta de forma conservadora en 100 Km/hora por las características particulares de la zona.

Es evidente que el modelo es una propuesta para el cálculo de aluviones en zonas caracterizadas como la descrita anteriormente.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla H- 38 Datos para el cálculo del aluvión generado por el Ampay.

DESPRENDIMIENTO DEL GLACIAR			VOLUMEN TOTAL DEL HUAYCO		
LONGITUD:	350	m	Hasta el río Mariño:	4,422,845	M3
ANCHO:	100	m	Altura media del depósito:	3	m
PROFUNDIDAD:	25	m	Longitud del depósito:	2500	m
VOLUMEN TOTAL:	875000	m3	Ancho medio del depósito:	590	m
			Área del depósito:	1474282	M2
			Ancho máximo de superficie triangular:	1179	m

LAGUNA USPAYCOCHA		
AREA LAGUNA:	80175.5	m2
ALTURA MAXIMA:	10.00	m
FACTOR DE ALTURA MEDIA:	0.67	
VOLUMEN:	534503.33	m3
PERIMETRO:	1453.34	m

MORRENA USPAYCOCHA		
LONGITUD:	1453.34	M
ANCHO EN LA BASE (45)	60	M
ALTO:	30	M
VOLUMEN MORRENA:	1308006	M3

Tabla H- 39 Volumen del Aluvión Generado por el Nevado Ampay

Distancia Recorrida X (Km.)	Volumen Generado G(x) (miles m3)	OBSERVACIONES
0	875000	Volumen inicial
0,5	862,655	Desprendimiento Glaciar e inicio de Alud
1	875,000	Encuentro con laguna Tomococha
1,5	897,093	Transito por Quebrada Ampay
2	926,174	Zona Rocosa
2,5	961,163	Zona Rocosa
3	1,001,599	Zona Rocosa
3,5	2,889,835	Encuentro e impacto con laguna Uspaycocha
4	2,940,872	Inicio de Aluvión
4,5	2,997,360	Sector Tuturpampa
5	3,059,527	Sector Chipapampa
5,5	3,127,677	Sector Llave Punco
6	3,202,179	Sector Secllabamba
6,5	3,283,461	Sector Chupapapata
7	3,372,015	Sector Sahuanay
7,5	3,468,393	Sector Mosoccpampa
8	3,573,208	Sector Antabamba Baja
8,5	3,687,145	Sector Maucacalle
9	3,810,955	Impacto con la ciudad de Abancay en Tinyarumi
9,5	3,945,471	Inundación en Tamburco y Maucacalle
10	4,091,606	Desplazamiento del delta del aluvión
10,5	4,250,363	Inundación de Urb. La Granja, La Asunción, San José II, Ampay
11	4,422,845	Inundación de Micaela Bastidas, Ingenieros, Las Torres, Intimpas, Asociación Universitaria, Santa Rosa
11,5	4,610,261	Inundación Centro de la Ciudad
12	4,813,937	Encuentro con Río Ullpahuayco
12,5	5,035,329	Encuentro con Quebrada del Río Mariño, Inundación Plaza de Armas, Hospital Regional
13	5,276,032	Inundación Las Américas, José María Arguedas, IPSS, San Martín de Porres, Jorge Chávez, Miguel Escorza, Las Palmeras

13,5	5,537,793	Inundación Patibamba Baja, Ciudad de Dios, José Carlos Mariátegui, Señor de Ccoyllorriti, Santa Elena
14	5,822,532	Inundación Sector Ichubambilla
14,5	6,132,352	Inundación Sector Llanya
15	6,469,559	Encuentro con Río Mariño

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de éste análisis se muestran en el Mapa No. Peligros Geológico-Climáticos (Huaycos).

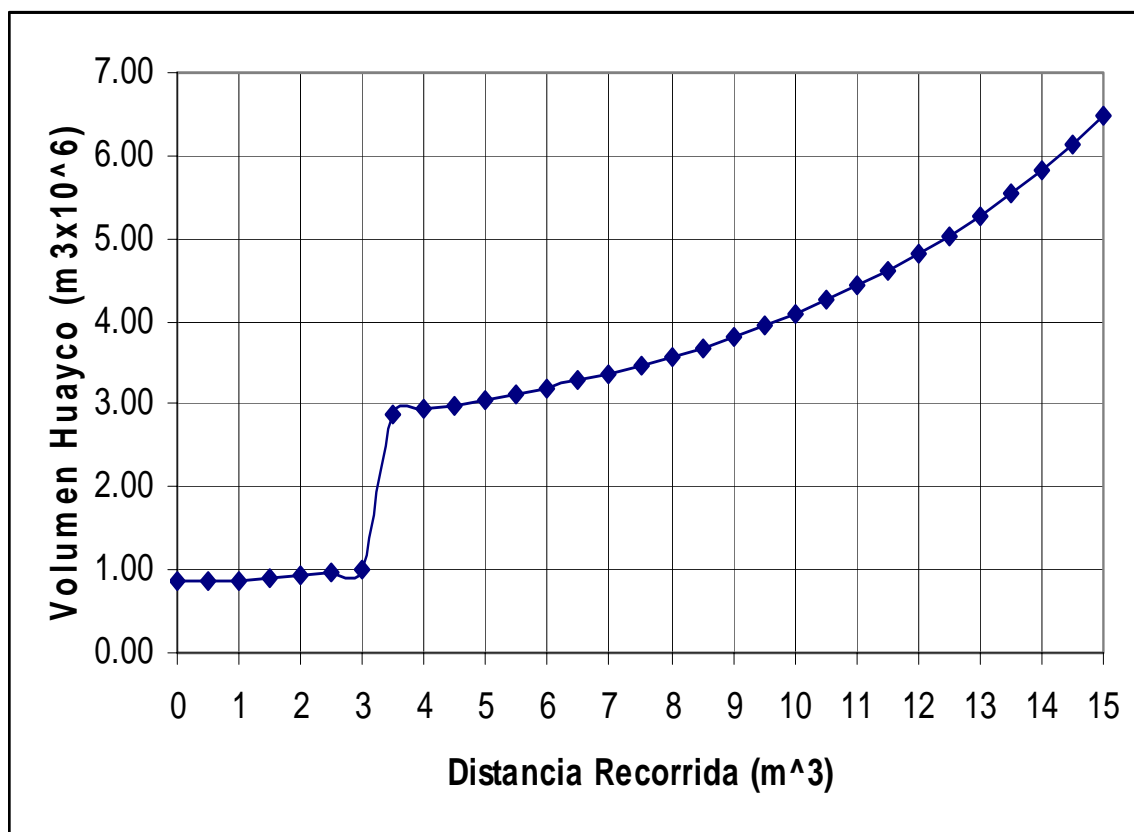


Figura H- 22 Volumen del Aluvión Generado por el Nevado Ampay.

#### 4.13.3 FUERZA DINÁMICA DEL ALUVIÓN

El Modelo Hidráulico de cálculo de la fuerza dinámica del aluvión se ha desarrollado considerando las características estrictamente particulares del Nevado Ampay y de la Cuenca del Río Chinchichaca, por donde se desarrolla el presente modelo y que culmina en el encuentro del río Chinchichaca con el río Mariño luego de recorrer quince kilómetros, cuya ecuación es la siguiente:

$$F(x) = M(x) \cdot a(x)$$

Donde:

- F(x) = Fuerza dinámica del aluvión a la distancia de recorrido x
- M(x) = Masa del Aluvión a la distancia de recorrido x
- X = Distancia recorrida
- a(x) = Aceleración de la masa del aluvión a la distancia de recorrido x

La Fuerza Dinámica generada por el aluvión del Nevado Ampay se ha calculado en base a los siguientes parámetros desarrollados:

a) Volumen Inicial del Glaciar	: 875,000 m <sup>3</sup>
b) Volumen de la Laguna Uspaycocha	: 534503 m <sup>3</sup>
c) Volumen de la Morrena Uspaycocha	: 1'308,006 m <sup>3</sup>
d) Densidad de la Masa del alud	: 1,650 kg/m <sup>3</sup>
e) Longitud de desplazamiento del alud	: 15,000.00 m.
f) Tiempo de Concentración de la Cuenca	: 4.5179 horas
g) Velocidad Media de Desplazamiento	: 100 Km./hora

El Volumen inicial del glaciar, a desprenderse se ha calculado en un volumen de 875,000 metros cúbicos y tiene la forma de una catarata de hielo, pero que existe un mayor volumen en la parte superior tal como se muestra en la siguiente fotografía.



Foto 27 - "Catarata" de hielo del nevado Ampay y cauce del Alud

El Volumen inicial actual de la laguna de Uspaycocha se ha desarrollado considerando un volumen líquido más un volumen de masa de tierra que está en el orden de los 1'842,509 m<sup>3</sup>. que se sumaría de forma secuencial al volumen del alud generado por el nevado Ampay, lo que provocaría el aluvión hacia la ciudad de Abancay.

En base a estos parámetros se ha desarrollado el modelo de Fuerza Dinámica Generada para cada 500 metros de recorrido, siendo sus resultados los mostrados en el Tabla que a continuación se detalla:

Tabla H- 40 Fuerza Dinámica Generada por el Aluvión del Nevado Ampay

Distancia Recorrida X (Km.)	Volumen Generado G(x) (m <sup>3</sup> )	Fuerza Dinámica F(x) (Kg)	OBSERVACIONES
0	875000	4.09	Volumen inicial
0,5	862,655	4.03	Desprendimiento Glaciar
1	875,000	4.09	Encuentro con laguna Tomococha
1,5	897,093	4.19	Transito por Quebrada Ampay
2	926,174	4.33	Zona Rocosa
2,5	961,163	4.49	Zona Rocosa
3	1,001,599	4.68	Zona Rocosa
3,5	2,889,835	13.51	Encuentro con laguna Uspaycocha
4	2,940,872	13.74	Inicio de Alud
4,5	2,997,360	14.01	Sector Tuturpampa
5	3,059,527	14.30	Sector Chipapampa
5,5	3,127,677	14.62	Sector Llave Punco
6	3,202,179	14.97	Sector Secllabamba
6,5	3,283,461	15.35	Sector Chupapapata
7	3,372,015	15.76	Sector Sahuanay
7,5	3,468,393	16.21	Sector Mosoccpampa
8	3,573,208	16.70	Sector Antabamba Baja
8,5	3,687,145	17.23	Sector Maucacalle
9	3,810,955	17.81	Impacto con Abancay en Tinyarumi
9,5	3,945,471	18.44	Inundación en Tamburco y Maucacalle
10	4,091,606	19.12	Desplazamiento del delta del aluvión
10,5	4,250,363	19.86	Inund. de Urb. La Granja, La Asunción, San José II, Ampay
11	4,422,845	20.67	Inund. M. Bastidas, Ingenieros, Las Torres, Intimpas, A. Universitaria, St. Rosa
11,5	4,610,261	21.55	Inundación Centro de la Ciudad
12	4,813,937	22.50	Encuentro con Río Ullpahuayco
12,5	5,035,329	23.53	Encuentro con Quebrada del Río Mariño, Inundación Plaza de Armas, Hospital Regional
13	5,276,032	24.66	Inundación Las Américas, José María Arguedas, IPSS, San Martín de Porres, Jorge Chávez, Miguel Escorza, Las Palmeras
13,5	5,537,793	25.88	Inundación Patibamba Baja, Ciudad de Dios, José Carlos Mariátegui, Señor de Ccoyllorriti, Santa Elena
14	5,822,532	27.21	Inundación Sector Ichubambilla
14,5	6,132,352	28.66	Inundación Sector Llanya
15	6,469,559	30.24	Encuentro con Río Mariño

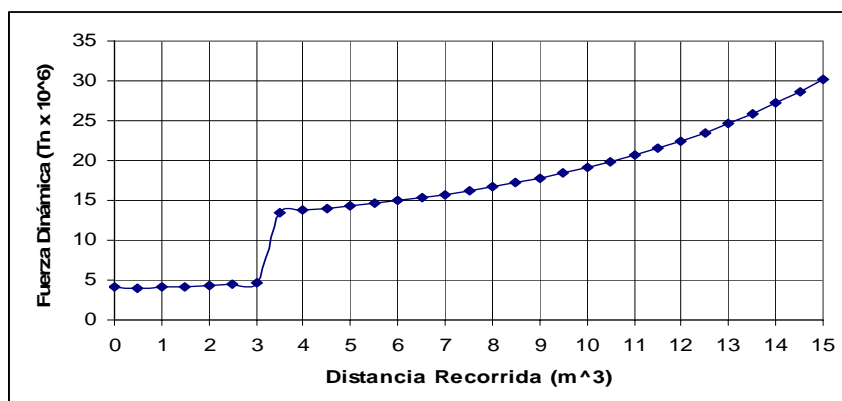


Figura H- 23 Fuerza Dinámica Generada Por El Aluvión Del Nevado Ampay

A continuación se muestra inicialmente la zona de desplazamiento del alud y luego la zona de impacto del alud del nevado Ampay con la laguna de Uspaycocha, donde se generaría el alud hacia la ciudad de Abancay.



Foto – 28: Laguna de Uspaycocha y zona de impacto inicial del alud

#### **4.13.4 DINÁMICA DE DESPLAZAMIENTO DEL ALUVIÓN CALCULADO**

Al desarrollar el presente modelo dinámico de desplazamiento del aluvión del Nevado Ampay sobre la ciudad de Abancay se han obtenido los siguientes resultados:

- 1° El evento extraordinario calculado se basa en el desarrollo de eventos similares ocurridos en la región, siendo el más reciente el ocurrido en el Nevado Salkantay y que generó el aluvión de la cuenca del Río Aobamba el 27 de Febrero del año 1,998, el que se generó por el desprendimiento de una masa de glaciar impactando en una laguna al pie del nevado Salkantay.
- 2° El incremento de la temperatura a nivel mundial hace prever que estos fenómenos de deglaciación acelerada ocurrirán con más frecuencia, producto del cambio climatológico mundial.
- 3° Al realizar las diferentes visitas al Nevado Ampay se ha registrado que existe un estado crítico de las masas del nevado Ampay, verificándose un gran retroceso de las masas de hielo en el nevado Ampay, que sin embargo en periodos de lluvia no se puede apreciar por cuanto se genera una densa nubosidad a la vez que el nevado se cubre con masas de hielo temporales, las que se deshielan en periodos de estiaje por la escasa precipitación existente durante por lo menos nueve meses del año.
- 4° En la visita de campo al Nevado Ampay se ha constatado la existencia de una “catarata” de hielo que se encuentra en estado crítico y que aproximadamente tiene 350 metros de altura por 100 metros de ancho y se estima por 30 metros de profundidad, lo que hace un Volumen de 1'050,000 de metros cúbicos.
- 5° De presentarse fenómenos geodinámicos regionales, como es un movimiento sísmico con una intensidad de grado V en la escala de Richter, se calcula que podría ocurrir el desprendimiento de esta masa de glaciar que se encuentra en estado crítico, el cual daría origen a un desplazamiento masivo de la masa calculada y cuya primera zona de impacto luego de recorrer tan solo 3,500 metros sería la laguna de Uspaycocha. Aclarándose que este tipo de fenómenos no se presentan por efecto de precipitaciones extraordinarias.

- 6° La Laguna de Uspaycocha, presenta una configuración típica de un circo glaciar, inestable, conformado por morrenas en forma de un reservorio artificial, con taludes en forma de un dique de tierra y que en la actualidad cuenta con un volumen de agua y tierra de 1'842,509 metros cúbicos.



Foto – 29 Laguna de Uspaycocha, conformada por morrenas.

- 7° Al llegar la masa de hielo desprendida, se calcula que la fuerza de impacto en este lugar sería de 4,681'158,766.39 toneladas con una masa de 486'223,777 metros cúbicos, lo suficientemente grande y fuerte como para generar un aluvión de proporciones incontrolables por la naturaleza, lugar adonde se acumularía gran cantidad de energía por las Fuerzas de Impacto desarrolladas y por la unión de dos masas totalmente inestables como son la masa de hielo en desplazamiento y la masa de agua almacenada naturalmente, lo que haría colapsar al dique natural que soporta actualmente la laguna de Uspaycocha.



Foto – 30: Laguna de Uspaycocha y cauce del Río Chinchichaca en zona de impacto

- 8° A partir de los 4,000 metros de recorrido se generaría un Aluvión cuya masa estaría constituida por hielo, agua y suelo morrénico lo que formaría una masa de lodo y piedras, la que al desarrollarse a lo largo de la cuenca del río Chinchichaca llegaría a la ciudad de Abancay en el sector de Antabamba Baja con una Masa de



552'452,577.4 metros cúbicos el que generaría una Fuerza de Impacto de 15,345'861,959 de toneladas.

- 9° Al generarse este impacto con la ciudad de Abancay, el alud inundaría gran parte de la ciudad arrasando viviendas i edificios, por lo que se ha calculado que el volumen total desplazado sería de 3'797,353 m<sup>3</sup>, afectando una superficie de 1'265,784 m<sup>2</sup> del valle de la ciudad de Abancay principalmente la cuenca del río Chinchichaca
- 10° Se ha calculado que la ciudad de Abancay sería afectada en una superficie de 1'265,784 de metros cuadrados, que es aproximadamente el 30 por ciento de la ciudad.

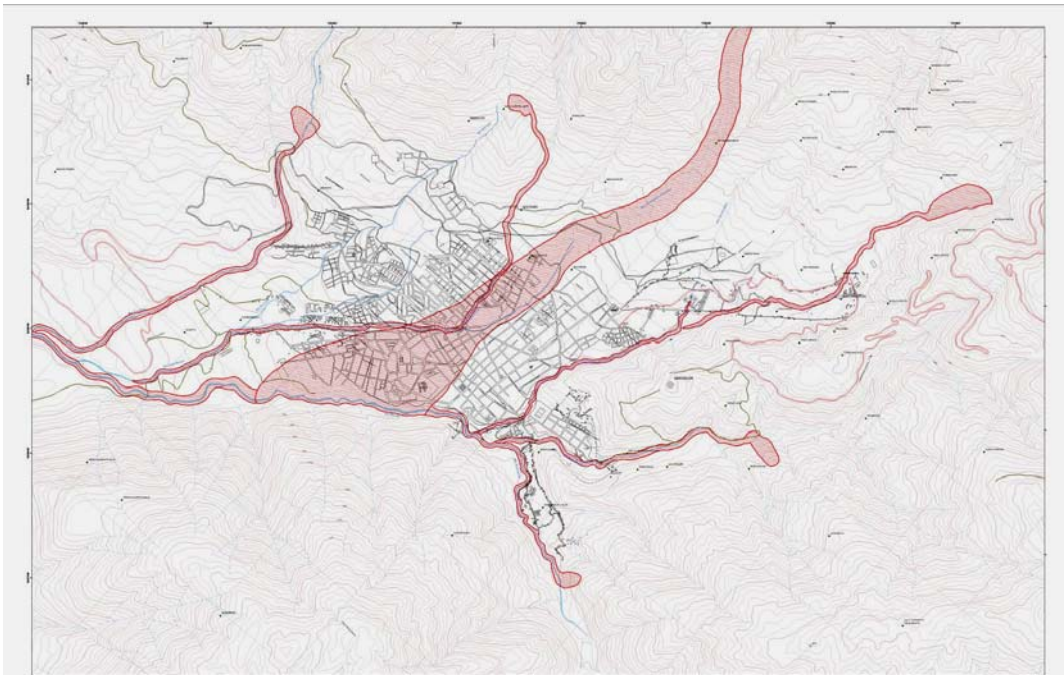


Figura H-24 Mapa De Efecto Del Aluvión En La Ciudad De Abancay



Foto – 31: Cauce del Río Chinchichaca y zona de impacto del aluvión con la ciudad de Abancay en la zona de Maucacalle.

#### 4.14 MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE ABANCAY

Como resultado final del estudio Climático, Hidrológico e Hidráulico realizado para la ciudad de Abancay se ha elaborado un estudio analítico de identificación y de diseño de tormentas que han comprendido los siguientes estudios:

- 1) Estudio de Identificación de Cauces Naturales de la Ciudad de Abancay.
- 2) Estudio de Identificación de Zonas con Peligro de Inundación.
- 3) Estudio de Identificación de Áreas de Influencia de Inundación.
- 4) Estudio de Peligro Climático Bajo Caudales Máximos Probables.
- 5) Estudio de Peligro Climático Bajo Caudales Centenarios.
- 6) Estudio de Peligro Climático Bajo Caudales Milenarios.
- 7) Estudio de Peligro Climático Hidráulico por Aluvión del Nevado Ampay

En función a los estudios hidrológico e hidráulico es que se ha desarrollado el Mapa de Peligros Climáticos bajo la ocurrencia de Caudales Máximos Probables, considerando la Generación de Caudales Máximos Probables de los Ríos Mariño, Nacchero, San Luís, Ullpahuayco, Chinchichaca, Veronicayoc, Colcaqui, Marcahuasi y Hatunpata en la ciudad de Abancay, para periodos de retorno de 0 hasta 10,000 años. En síntesis se han identificado las siguientes zonas como áreas de riesgo climático alto:

Tabla H- 41 Zonas Con Peligro Climático De La Ciudad De Abancay

Nº	CENTRO URBANO	CUENCA	TIPO DE RIESGO
1	Urbanización Víctor C. Ríos	Colcaqui	Inundación por Precipitación Centenaria
2	Urbanización Juan Pablo II	Colcaqui	Inundación por Precipitación Centenaria
5	Aymas Baja y Alta	Hatunpata	Inundación por río Hatunpata
6	Urbanización Hiroito	Marchahuasi-Colcaqui	Inund. por ríos Marchahuasi y Colcaqui
7	Urbanización Santa Isabel	Marchahuasi-Colcaqui	Inund. por ríos Marchahuasi y Colcaqui
8	Urbanización Santa Marta	Chinchichaca	Inundación por Precipitación Centenaria
11	León Pampa	Ullpahuayco	Inundación por Precipitación Centenaria
15	Avenida Los Amancaes	Ullpahuayco	Inundación por Precipitación Centenaria
20	Barrio Policial	Ullpahuayco-Fonavi	Inundación por Precipitación Centenaria
21	Avenida Perú	Ullpahuayco Fonavi	Inundación por Precipitación Centenaria
24	Avenida Venezuela	Ullpahuayco-Fonavi	Inundación por Precipitación Centenaria
26	Urbanización Sta. Sebastiana	Ullpahuayco-Fonavi	Inundación por Precipitación Centenaria
35	Urbanización Isidro Salas	San Luís	Inundación por Precipitación Centenaria
36	Urbanización San Francisco	San Luís	Inundación por río San Luís
37	Avenida Prado Alto	Ullpah-Chinch. Colcaqui	Inundación por Precipitación Centenaria
39	Jirón Apurímac	Ullpahuayco-Chinchichaca	Inundación por Precipitación Centenaria
40	Av. Gracilazo de la Vega	Colcaqui	Inundación por Precipitación Centenaria
43	Avenida Arequipa	Colcaqui	Inundación por Precipitación Centenaria
44	Avenida Estudiante	Colcaqui	Inundación por Precipitación Centenaria
45	Jirón Lima	Mariño	Inundación por Precipitación Centenaria
47	Avenida Mariño	Mariño	Inundación por Precipitación Centenaria
48	Plaza de Armas	Mariño	Inundación por Precipitación Centenaria
52	Avenida Seoane	Chinchichaca-Ullpahuayco	Inund. por ríos Chinch. y Ullpahuayco
53	Barrio Mariño	Mariño	Inundación por Precipitación Centenaria

Nota: Las vías y urbanizaciones mencionadas en este Tabla corresponden a las resaltadas en color celeste en el Mapa de Peligros Climáticos (Inundaciones)

#### 4.14.1 PROYECTOS DE MITIGACION DE LOS PELIGROS CLIMÁTICOS

Los proyectos de mitigación que se plantean en el presente estudio son el resultado inmediato al análisis climático, hidrológico e hidráulico, desarrollado en la ciudad de Abancay, con la finalidad de solucionar a corto, mediano y largo plazo los problemas generados por los efectos de fenómenos de origen Climático como son en este caso específico la erosión, sedimentación e inundaciones de los cauces naturales de las zonas en estudio.

Se ha desarrollado para la ciudad de Abancay propuestas de Proyectos a Corto, Mediano y Largo plazo donde se han elaborado propuestas de Proyectos de Mitigación de Erosión e Inundaciones, los que se desarrollan en general para las diferentes fases que se puedan considerar y que se han identificado en función a su extensión.

#### 4.14.1.1 PROYECTOS DE MITIGACIÓN A CORTO PLAZO.

Para la ciudad de Abancay se plantean los siguientes proyectos:

- 1) Evaluación Hidráulica del río Chinchichaca desde el sector de Tinyarumi hasta la avenida Santa Rosa.
- 2) Construcción de Canalización abierta del río Chinchichaca desde el sector de Tinyarumi hasta la avenida Santa Rosa.
- 3) Evaluación Hidráulica del río Ullpahuayco desde el sector de Leonpampa hasta la avenida Santa Rosa.
- 4) Construcción de Canalización abierta del río Ullpahuayco desde el sector de Leonpampa hasta la avenida Santa Rosa.
- 5) Evaluación Hidráulica del río Chinchichaca en el sector Quebrada El Olivo desde la avenida Santa Rosa hasta la Urb. Señor de Ccoyllorriti.
- 6) Construcción de Canalización abierta del río Chinchichaca del sector Quebrada El Olivo desde la avenida Santa Rosa hasta la Urb. Señor de Ccoyllorriti.
- 7) Evaluación Hidráulica del sector Urb. Miraflores, FONAVI y Justo Juez hasta su encuentro con el río Chinchichaca en la Quebrada El Olivo.
- 8) Construcción de Canales Longitudinales de Drenaje Pluvial desde el sector Urb. Miraflores, FONAVI y Justo Juez hasta su encuentro con el río Chinchichaca en la Quebrada El Olivo.
- 9) Evaluación Hidráulica del río San Luís desde la Urb. San Luís Baja hasta la Urb. San Francisco.
- 10) Construcción de Canalización abierta del río San Luís desde la Urb. San Luís Baja hasta la Urb. San Francisco.
- 11) Evaluación Hidráulica del río Colcaqui desde la Urb. Juan Pablo II hasta el sector de Piscina Riñón.
- 12) Construcción de Muros de Encauzamiento en el río Colcaqui desde la Urb. Juan Pablo II hasta el sector de Piscina Riñón.
- 13) Evaluación Hidráulica del río Marcahuasi desde el sector de Puruchaja hasta el encuentro con el Río Hatunpata.
- 14) Construcción de Muros de Encauzamiento en el río Marcahuasi desde el sector de Puruchaja hasta el encuentro con el Río Hatunpata.
- 15) Evaluación Hidráulica del río Hatunpata desde el sector de Aymas Baja y Alta hasta el encuentro con el Río Colcaqui.
- 16) Construcción de Muros de Encauzamiento en el río Marcahuasi desde el sector de Puruchaja hasta el encuentro con el Río Hatunpata
- 17) Evaluación Hidráulica del río Mariño en el sector de Piscina Riñón.
- 18) Construcción de Muros de Encauzamiento en el río Mariño en el sector de Piscina Riñón.
- 19) Limpieza y Nivelación de los lechos de los Ríos San Luís, Ullpahuayco, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Mariño en la ciudad de Abancay.
- 20) Construcción de Puente en la Urb. Nueva Granja sobre el Río Chinchichaca.
- 21) Elaboración de un Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado y Drenaje Pluvial para la ciudad de Abancay que debe desarrollar los siguientes proyectos:

a) Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Abancay, que contemplaría los siguientes sistemas:

- Sistema de Captación
- Sistema de Conducción
- Sistema de Tratamiento de Aguas Naturales
- Sistema de Almacenamiento y Regulación
- Sistema de Distribución de Agua Potable

b) Proyecto de Aguas Servidas para la ciudad de Abancay, que contemplaría los siguientes sistemas:

- Sistema de Alcantarillado (Sistema de Recolección de Aguas Servidas)
- Sistema Matriz de Recolección de Aguas Servidas
- Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas

c) Proyecto de Drenaje Pluvial para la ciudad de Abancay, que debe definirse como sistema separativo al de alcantarillado y que contemplaría los siguientes sistemas:

- Sistema de Recolección de Aguas Pluviales
- Sistema Matriz de Drenaje Pluvial

22) Elaboración de un Proyecto de Encauzamiento de los Ríos San Luís, Ullpahuayco, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Mariño en la ciudad de Abancay.

23) Elaboración de un Plan Maestro de Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos que debe desarrollar los siguientes proyectos:

- a) Proyecto del Sistema de Recolección de Desechos Sólidos
- b) Proyecto del Relleno Sanitario.

#### **4.14.1.2 PROYECTOS DE MITIGACIÓN A MEDIANO PLAZO**

Para la ciudad de Abancay se plantean los siguientes Proyectos a Mediano Plazo:

1) Construcción del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable en cinco etapas

- a) Construcción del Sistema de Captación
- b) Construcción del Sistema de Conducción
- c) Construcción del Sistema de Tratamiento de Aguas Naturales
- d) Construcción del Sistema de Almacenamiento y Regulación
- e) Construcción del Sistema de Distribución de Agua Potable

2) Construcción del Plan Maestro de Aguas Servidas en tres etapas:

- a) Construcción del Sistema de Recolección de Aguas Servidas
- b) Construcción del Sistema Matriz de Interceptores de Aguas Servidas
- c) Construcción de la Planta de Tratamiento de Tratamiento de Aguas Servidas.

- 3) Construcción del Plan Maestro de Drenaje Pluvial para la ciudad de Abancay, que debe definirse como sistema separativo al de alcantarillado en dos sistemas
  - a) Construcción del Sistema de Recolección de Aguas Pluviales
  - b) Construcción del Sistema Matriz de Drenaje Pluvial
- 4) Elaboración de un Proyecto Integral de Encauzamiento de los Ríos San Luís, Ullpahuayco, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Mariño en la ciudad de Abancay.
- 5) Construcción del Plan Maestro de Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos en dos fases:
  - a) Construcción del Sistema de Recolección
  - b) Construcción del Relleno Sanitario.

#### **4.14.1.3 PROYECTOS DE MITIGACIÓN A LARGO PLAZO**

De contarse con financiamiento externo que pueda asumir la construcción de Proyectos Integrales, se recomienda la Construcción Integral de los siguientes proyectos:

- 1) Construcción del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable.
- 2) Construcción del Plan Maestro de Alcantarillado
- 3) Construcción del Plan Maestro de Drenaje Pluvial.
- 4) Construcción del Plan Maestro de Aguas Servidas.
- 5) Construcción del Proyecto Integral de Encauzamiento de los Ríos San Luís, U Ullpahuayco, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Mariño en la ciudad de Abancay.
- 6) Construcción del Plan Maestro de Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos

#### **4.15 RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO**

Debido a la extensión de los estudios Hidrológicos e Hidráulicos para la ciudad de Abancay, estos se han clasificado en función a las cuencas o zonas de estudios desarrollados, siendo la cuenca principal la cuenca del Río Mariño.

La Cuenca del río Mariño se halla dividida en seis cuencas principales y que son:

- a) Cuenca del Río Chinchichaca
- b) Cuenca del Río Colcaqui
- c) Cuenca del Río Marcahuasi
- d) Cuenca del Río Hatunpata
- e) Cuenca del Río Ñacchero y
- f) Cuenca de Anishyaco - Alízar

##### **4.15.1 CUENCA DEL RÍO MARIÑO**

Los principales resultados para esta cuenca son las siguientes:

- 1° La superficie de la cuenca del río Mariño define el valle de la ciudad de Abancay y es de 229.9607 KM<sup>2</sup>.
- 2° Considerando como la naciente del río Mariño, el cauce principal del río Marcahuasi, la longitud del cauce de la cuenca del río Mariño es de 20 kilómetros
- 3° La Pendiente promedio del río Mariño es del 11.75 %. que representa una pendiente muy alta para un cauce natural.
- 4° La Cuenca del Río Mariño se halla conformada por seis cuencas de aporte: Ñacchero, Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata y Anishayco – Alízar.
- 5° El cauce del río Mariño es aluvial.
- 6° El Caudal Medio del Río Mariño es de 3.9270 m<sup>3</sup> / seg.
- 7° El Caudal Mínimo Promedio es 0.1470 m<sup>3</sup> / seg.
- 8° El Caudal Máximo Promedio es de 23.4570 m<sup>3</sup> / seg.
- 9° La Turbulencia registrada en el río Mariño en función al Número de REYNOLDS, para un caudal de 13.0328 m<sup>3</sup>/seg es de 33'694,893, factor que representa una turbulencia muy alta.
- 10° El Régimen de Flujo determinado para el río Mariño, se basa en la Velocidad de 0.9667 metros / segundo, la que ha determinado que el Numero de FROUDE sea de 0.5941 que representa un Régimen SUBCRITICO
- 11° El Caudal Sólido Anual por Arrastre que transporta el río Mariño se ha calculado en una cantidad de 22'341,389 toneladas por año.
- 12° El Caudal Sólido Anual en Suspensión que transporta el río Mariño se ha calculado en una cantidad de 1'051,176 toneladas por año.
- 13° El Caudal Sólido Total Anual que transporta el río Mariño se ha calculado en una cantidad de 23'392,565 toneladas por año.
- 14° El mayor transporte de material es el del **caudal sólido por arrastre**. El transporte de material sólido en suspensión representa el 4.49 % del transporte de material sólido total, correspondiendo el **95.51 % al transporte de material sólido por arrastre**, por lo que el fenómeno de transporte de sedimentos en la cuenca del río Mariño, presenta una característica muy particular debido a las fuertes pendientes que tiene el río Mariño y los cauces principales de la cuenca del Río Mariño.
- 15° Por las características geomorfológicas de la cuenca del río Mariño, se observa que el fenómeno de Transporte se Sedimentos se realiza principalmente en los periodos de Avenidas o lluvias, por lo que los cauces se encuentran altamente erosionados, sin observarse zonas de deposición o sedimentación de materiales en todos los cauces principales de la cuenca del valle de la ciudad de Abancay.
- 16° El río Mariño, se origina por la confluencia de los ríos Marcahuasi, Colcaqui y Hatunpata en el sector de Piscina Riñón en el Barrio Mariño, este barrio se encuentra asentado sobre el cauce natural del río Mariño, lo que representa una zona de alto peligro por inundación.

#### 4.15.2 CUENCA DEL RÍO CHINCHICHACA

Los principales resultados del presente estudio son las siguientes:

- 1° Es la cuenca más importante del valle de la ciudad de Abancay por que un 80% de la ciudad se halla influenciada por esta cuenca.
- 2° El Área de la cuenca del río Chinchichaca desde su nacimiento hasta la ciudad de Abancay es de 33.6414 KM<sup>2</sup>.

- 3° La Longitud del cauce principal es de 15 kilómetros (longitud relativamente corta).
- 4° La Pendiente Media del Río Chinchichaca es de 21.23 % (Pendiente Muy Fuerte), la que implica una alta zona de velocidad y transporte de material sólido masivo muy rápido en casos de ocurrencia de precipitaciones intensas en la cuenca.
- 5° La Pendiente del Río Chinchichaca en la ciudad de Abancay es similar a la pendiente media, indica claramente una zona de alta erosión en su cauce.
- 6° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 1 año es de 4.0228 m<sup>3</sup> / seg.
- 7° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 20 años es de 9.1014 m<sup>3</sup> / seg.
- 8° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 50 años es de 11.5910 m<sup>3</sup> / seg.
- 9° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 100 años es de 13.9882 m<sup>3</sup>/seg.
- 10° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 21.6432 m<sup>3</sup>/seg.
- 11° La Turbulencia registrada en el río Chinchichaca en función al Número de REYNOLDS, para un caudal de 162.5149 litros/seg es de 90,689, factor que representa una turbulencia alta.
- 12° El Régimen de Flujo determinado para el río Chinchichaca, se basa en la Velocidad de 1.0157 metros / segundo, la que ha determinado que el Numero de FROUDE sea de 0.8374 que representa un Régimen SUBCRITICO
- 13° El cauce del río Chinchichaca es altamente aluvial, además de ser una cuenca de forma rectangular, presenta la característica importante de que es en esta cuenca donde se encuentra el Nevado Ampay el cual desfoga sus deshielos, así como se encuentra la laguna de Ullpahuayco y la zona protegida o Santuario del Nevado Ampay.
- 14° El Cauce del río Chinchichaca recibe además a otros tributarios importantes como son los ríos Carboncana y Ullpahuayco,
- 15° El recorrido del río Ullpahuayco (tributario principal del río Chinchichaca), inicia su recorrido en la ciudad de Abancay en el sector de Leonpampa y su trayectoria se realiza por la Av. 17 de Mayo y luego por la Avenida Seoane, mediante un canal de concreto armado hasta llegar a su encuentro con el río Chinchichaca en la avenida Apurimac.

La estructura es en realidad provisional, por lo que presenta una sección hidráulica deficiente, como se aprecia en la siguiente fotografía, donde el lecho se encuentra totalmente erosionado y sedimentado.

Obsérvese que en la zona de encuentro la calle ha sido invadida por un cerco perimétrico, para luego el canal que es inicialmente abierto ha sido cerrado para ser una canalización cerrada, pero conservando la misma sección hidráulica.





Foto – 32: Canalización del Río Ullpahuayco en la Avenida Seoane  
(Zona de encuentro con el Río Chinchichaca)

- 16° El río Chinchichaca al iniciar su recorrido a lo largo de la ciudad de Abancay en el sector de Maucacalle y Tinyarumi, presenta una zona muy crítica por cuanto los pobladores de este sector han invadido el cauce natural del río Chinchichaca al extremo de modificar el cauce natural, por lo que en este sector se presenta un cauce sedimentado y estrecho.
- 17° Otro sector crítico es el comprendido en el cauce del río Chinchichaca entre la Urbanización La Granja hasta la Avenida Perú, adonde no existe un encauzamiento definido del río ni puentes de concreto armado.
- 18° El encuentro del Río Chinchichaca con el río Ullpahuayco es otra zona muy crítica, por cuanto este sector tiene una canalización mixta pero la sección hidráulica es deficiente.

Se puede observar en la siguiente muestra fotográfica que el cauce natural ha sido invadido por construcciones de adobe y concreto armado con cimientos de concreto ciclópeo, que han estrechado el cauce natural y que han quedado totalmente expuestos por la erosión del río Chinchichaca.



Foto – 33: Cauce del Río Chinchichaca en la zona de encuentro  
con el Río Ullpahuayco en la ciudad de Abancay

- 19° La zona más crítica es la comprendida entre el encuentro del río Chinchichaca con el río Ullpahuayco y el jirón Altipuerto, por cuanto las construcciones existentes han forzado a que el cauce del río Chinchichaca se convierta en una

canalización mixta deficiente, además de invadir el cauce con construcciones de diversos tipos de materiales

En esta zona se puede apreciar que existen todo tipo de estructuras sin existir un tratamiento adecuado del cauce como es el caso del puente adonde sus cimientos se encuentran expuestos por el río Chinchichaca, además se observa que el puente presente un ángulo de desviación del cauce natural así como se ha estrechado el cauce con estructuras provisionales de encauzamiento tipo defensa ribereña.

Se observa así mismo que el cauce se encuentra totalmente erosionado y con gran cantidad de depósitos de sedimentos y desechos sólidos inorgánicos evacuados por los pobladores de la zona.



Foto – 34: Cauce del río Chinchichaca en la zona del jirón Altipuerto

20° A partir del jirón Altipuerto el cauce del río Chinchichaca en la ciudad de Abancay recibe el nombre de Quebrada El Olivo siendo este un cauce prácticamente natural que no cuenta con tratamiento de márgenes en forma definitiva sino provisional.

#### 4.15.3 CUENCA DEL RÍO COLCAQUI

Los principales resultados del presente estudio son las siguientes:

- 1° El Área de la cuenca del río Colcaqui desde su nacimiento hasta la ciudad de Abancay es de 33.7043 KM<sup>2</sup>.
- 2° La Longitud del cauce principal es de 14 kilómetros (longitud relativamente corta).
- 3° La Pendiente Media del Río Colcaqui es de 15.35 % (Pendiente Muy Fuerte), la que implica una alta zona de velocidad y transporte de material sólido masivo muy rápido en casos de ocurrencia de precipitaciones intensas en la cuenca.
- 4° La Pendiente del Río Colcaqui en la ciudad de Abancay es similar a la pendiente media, indica claramente una zona de alta erosión en su cauce.
- 5° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 1 año es de 3.6094 m<sup>3</sup> / seg.

- 6° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 20 años es de 8.1661 m<sup>3</sup> / seg.
- 7° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 50 años es de 10.3999 m<sup>3</sup> / seg.
- 8° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 100 años es de 12.5507 m<sup>3</sup>/seg.
- 9° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 19.4192 m<sup>3</sup>/seg.
- 10° La Turbulencia registrada en el río Colcaqui en función al Número de REYNOLDS, para un caudal de 2.1418 m<sup>3</sup>/seg es de 597,610, factor que representa una turbulencia alta.
- 11° El Régimen de Flujo determinado para el río Colcaqui, se basa en la Velocidad de 1.4873 metros / segundo, la que ha determinado que el Numero de FROUDE sea de 0.7080 que representa un Régimen SUBCRITICO.
- 12° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 19.4192 m<sup>3</sup>/seg.
- 13° El cauce del río Colcaqui es altamente aluvial, siendo una de sus características más importantes la de ser considerada como el inicio del río Mariño.
- 14° El río Colcaqui transita por la ciudad de Abancay tangencialmente desde su inicio en el puente Capelo hasta su encuentro con el río Hatunpata en la zona de Condebamba (Sector de Piscina Riñón), la trayectoria por esta parte de la ciudad es prácticamente natural no existiendo estructuras hidráulicas de defensa ribereña definitivas.
- 15° La zona más crítica es la comprendida entre la Urbanización Arenas y la Urbanización Mariño zona de encuentro del río Colcaqui con el río Chinchichaca, por cuanto algunos sectores del cauce han sido invadidas por construcciones de diferentes tipos de materiales.

#### 4.15.4 CUENCA DEL RÍO MARCAHUASI

Los principales resultados del presente estudio son las siguientes:

- 1° El Área de la cuenca del río Marcahuasi desde su nacimiento hasta la ciudad de Abancay es de 23.8073 KM<sup>2</sup>.
- 2° La Longitud del cauce principal es de 7 kilómetros (longitud corta).
- 3° La Pendiente Media del Río Marcahuasi es de 24.28 % (Pendiente Muy Fuerte), la que implica una alta zona de velocidad y transporte de material sólido masivo muy rápido en casos de ocurrencia de precipitaciones intensas en la cuenca.
- 4° La Pendiente del Río Marcahuasi en la ciudad de Abancay es similar a la pendiente media, indica claramente una zona de alta erosión en su cauce.
- 5° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 1 año es de 2.7484 m<sup>3</sup> / seg.
- 6° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 20 años es de 6.2180 m<sup>3</sup> / seg.
- 7° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 50 años es de 7.9189 m<sup>3</sup> / seg.
- 8° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 100 años es de 9.5566 m<sup>3</sup>/seg.
- 9° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 14.7866 m<sup>3</sup>/seg.

- 10° La Turbulencia registrada en el río Marcahuasi en función al Número de REYNOLDS, para un caudal de 1.0635 m<sup>3</sup>/seg es de 395,679, factor que representa una turbulencia alta.
- 11° El Régimen de Flujo determinado para el río Marcahuasi, se basa en la Velocidad de 1.7726 metros / segundo, la que ha determinado que el Numero de FROUDE sea de 1.1321 que representa un Régimen SUPERCRITICO
- 10° El cauce del río Marcahuasi es altamente aluvial.
- 12° El río Marcahuasi al iniciar su recorrido tangencialmente a la ciudad de Abancay, iniciándose este en el sector de Puruchaja y recorrer a lo largo de un cauce profundo por el Barrio Aymas y finalizar su recorrido en la Urb. Santa Isabel, sector adonde se encuentra con el río Hatunpata, este sector presenta zonas críticas por cuanto los pobladores de estos sectores han invadido el cauce natural del río Marcahuasi, modificando el cauce natural, por lo que en algunos sectores el río presenta cauces estrechos.

#### 4.15.5 CUENCA DEL RÍO HATUNPATA

Los principales resultados del presente estudio son las siguientes:

- 1° El Área de la cuenca del río Hatunpata desde su nacimiento hasta la ciudad de Abancay es de 97.3559 KM<sup>2</sup>.
- 2° La Longitud del cauce principal es de 16 kilómetros (longitud relativamente corta).
- 3° La Pendiente Media del Río Hatunpata es de 13.43 % (Pendiente Fuerte), la que implica una alta zona de velocidad y transporte de material sólido masivo muy rápido en casos de ocurrencia de precipitaciones intensas en la cuenca.
- 4° La Pendiente del Río Hatunpata en la ciudad de Abancay es similar a la pendiente media, indica claramente una zona de alta erosión en su cauce.
- 5° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 1 año es de 6.6853 m<sup>3</sup> / seg.
- 6° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 20 años es de 15.1250 m<sup>3</sup> / seg.
- 7° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 50 años es de 19.2624 m<sup>3</sup> / seg.
- 8° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 100 años es de 23.2460 m<sup>3</sup>/seg.
- 9° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 35.9675 m<sup>3</sup>/seg.
- 10° La Turbulencia registrada en el río Hatunpata en función al Número de REYNOLDS, para un caudal de 9.0445 m<sup>3</sup>/seg es de 1'281,830, factor que representa una turbulencia muy alta.
- 11° El Régimen de Flujo determinado para el río Hatunpata, se basa en la Velocidad de 1.8376 metros / segundo, la que ha determinado que el Numero de FROUDE sea de 0.6639 que representa un Régimen SUBCRITICO
- 12° El cauce del río Hatunpata es altamente aluvial, además de ser una cuenca de forma cuadrada, presenta la característica importante de que es en esta cuenca donde se encuentra la mayor cantidad de lagunas y que sirven para abastecer de agua potable a la ciudad de Abancay así como sus aguas sirven para irrigar diferentes zonas de cultivo del valle de la ciudad de Abancay.

- 13° La cuenca del río Hatunpata se encuentra definida por dos cuencas principales de aporte que son la cuenca del río Puruchaja y la cuenca del río Runtucchocha, al unirse estos en la zona del puente Calicanto forman el cauce del río Hatunpata
- 14° El cauce del río Hatunpata es de tan solo 2 kilómetros iniciándose en la zona del puente Calicanto y terminando en la Urbanización Mariño zona de encuentro con el río Colcaqui.
- 15° El río Hatunpata realiza un recorrido tangencial a lo largo de la ciudad de Abancay iniciándose en el sector de Aymas Baja y Alta y terminando en el Sector de la Urbanización Mariño, presentando zonas críticas por cuanto los pobladores de estos sectores han invadido el cauce natural del río Hatunpata, existiendo algunas obras de encauzamiento provisionales.

#### 4.15.6 CUENCA DEL RÍO ÑACCHERO

Los principales resultados del presente estudio son las siguientes:

- 1° El Área de la cuenca del río Ñacchero desde su nacimiento hasta la ciudad de Abancay es de 22.1183 KM<sup>2</sup>.
- 2° La Longitud del cauce principal es de 12 kilómetros (longitud relativamente corta).
- 3° La Pendiente Media del Río Ñacchero es de 27.58 % (Pendiente Muy Fuerte), la que implica una alta zona de velocidad y transporte de material sólido masivo muy rápido en casos de ocurrencia de precipitaciones intensas en la cuenca.
- 4° La Pendiente del Río Ñacchero en la ciudad de Abancay es similar a la pendiente media, indica claramente una zona de alta erosión en su cauce.
- 5° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 1 año es de 3.1821 m<sup>3</sup> / seg.
- 6° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 20 años es de 7.1994 m<sup>3</sup> / seg.
- 7° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 50 años es de 9.1688 m<sup>3</sup> / seg.
- 8° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 100 años es de 11.0650 m<sup>3</sup>/seg.
- 9° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 17.1203 m<sup>3</sup>/seg.
- 10° La Turbulencia registrada en el río Ñacchero en función al Número de REYNOLDS, para un caudal de 147.1040 litros/seg es de 87,561, factor que representa una turbulencia alta.
- 11° El Régimen de Flujo determinado para el río Ñacchero, se basa en la Velocidad de 0.9808 metros / segundo, la que ha determinado que el Numero de FROUDE sea de 0.9903 que representa un Régimen CRITICO
- 10° El cauce del río Ñacchero es altamente aluvial, además de ser una cuenca de forma rectangular, es parte de esta la cuenca del río San Luís.
- 11° El sector más crítico se presenta en la cuenca del río San Luís, en los sectores de San Luís Baja, Urb. Miraflores y FONAVI, debido a que se han cerrado los cauces naturales que alimentaban al río San Luís con construcciones transversales a los drenes naturales, por lo que en periodos de lluvias estas no fluyen libremente ya que se encuentran interrumpidas ya sea por cercos perimétricos o construcciones, motivo por el que las aguas superficiales se

embalsan momentáneamente y luego se infiltran, aflorando aguas abajo, lo que ha generado el fenómeno de licuefacción de suelos, observándose la presencia de asentamientos en las Urbanizaciones de San LUÍS BAJA, MIRAFLORES Y FONAVI.

- 12° Otro sector crítico es el comprendido en el cauce del río San Luís entre la Urbanización San Luís Baja hasta la Carretera Panamericana, adonde no existe un encauzamiento definido del río ni puentes de concreto armado y sobre todo en la zona con el encuentro del río San Luís y la Carretera Panamericana se ha construido una alcantarilla y sobre esta se ha construido una casa.

#### **4.15.7 CUENCA DEL RÍO ANISHUAYCO ALÍZAR**

Los principales resultados del presente estudio son las siguientes:

- 1° El Área de la cuenca del río Anishuayco Alízar es de 12.3335 KM<sup>2</sup>.
- 2° Existen varios cauces naturales por lo que esta cuenca no cuenta con un cauce natural único sino varios que fluyen directamente al río Mariño y que en promedio tienen una longitud de de 3 kilómetros (longitudes muy cortas).
- 3° Las Pendientes de estos cauces que drenan directamente al río Mariño son en promedio de 50% (Pendientes Muy Fuertes), la que implica una alta zona de velocidad y transporte de material sólido masivo muy rápido en casos de ocurrencia de precipitaciones intensas en la cuenca, sin embargo en general son cauces naturales.
- 4° Se ha realizado un cálculo hidráulico para toda la cuenca estableciendo una generación de caudales totales tomando en cuenta la contribución simultánea de todos los cauces naturales a la vez y cuyos resultados se muestran a continuación.
- 5° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 1 año es de 1.732 m<sup>3</sup>/seg.
- 6° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 20 años es de 3.918 m<sup>3</sup>/seg.
- 7° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 50 años es de 4.9907 m<sup>3</sup> /seg.
- 8° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 100 años es de 6.022 m<sup>3</sup>/seg.
- 9° El Caudal Generado para un periodo de retorno de 500 años es de 9.318 m<sup>3</sup>/seg.
- 10° Al no existir precipitaciones estos cauces son secos por lo que no presentan una hidráulica fluvial definida, sin embargo por las fuertes pendientes que presentan los cauces se definen a estos como cauces naturales altamente aluviales y erosivos.
- 11° Al encontrarse la cuenca definida en la margen izquierda del río Mariño, esta no presenta influencia alguna sobre la ciudad de Abancay.

# **CAPÍTULO 05**

# **GEOTECNIA**

## 5.1 GEOTECNIA EN DESASTRES NATURALES Y ANTRÓPICOS

Las amenazas que plantea la naturaleza a las zonas de ocupación humana son muy diversas y éstas dependen de las características topográficas, geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sector.

En el caso de Abancay, la ciudad se ha emplazado en una zona de fuerte pendiente con materiales rocosos que se presentan en estado avanzado de alteración y diversos depósitos de suelos en los que se han formado profundos valles y cárcavas en actual evolución.

Ante esta realidad se hace evidente que las principales amenazas que se ciernen sobre los distintos sectores de la ciudad, están asociados al comportamiento geotécnico de los suelos y rocas que conforman el subsuelo de la ciudad. El agua con sus diversos modos de afectar a las propiedades del suelo, es un factor importante en la ocurrencia de fenómenos, que se presentan con frecuencia en la forma de deslizamientos y socavación.

En el presente estudio se han evaluado todas las posibles amenazas de índole geotécnico, como son, deslizamientos, asentamientos, hundimientos y otros que pueden ser de origen natural o antrópico pero se puede adelantar que tendrán mayor importancia los relacionados a deslizamientos de taludes.

La geotecnia, rama de la Ingeniería Civil que comprende a la Mecánica de Suelos y la Mecánica de Rocas, tiene fuerte vinculación con el problema de seguridad ante desastres naturales o de origen antrópico.

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.

El estudio genérico de peligros en el área del proyecto requiere de un mapa de suelos de la ciudad y zonas de expansión así como de mapas de capacidad portante, aparte de los mapas de peligro específico que se generen en el desarrollo del proyecto.

En la elaboración del mapa de peligros de la ciudad de Abancay se han identificado los fenómenos de deslizamientos y zonas de baja rigidez que podrían tener efectos de amplificación sísmica. Estos casos están delimitados en los mapas de tipos de suelos y de deslizamientos.

Para la identificación, evaluación y delimitación de los peligros geológico-climáticos (Geotécnicos) que afectan a la ciudad de Abancay y zonas de expansión, ha sido necesaria la elaboración de mapas temáticos que son:

- Mapa de tipos de suelos,
- Mapa de capacidad portante.
- Mapas de deslizamientos y Huaycos (flujos de lodo)



### 5.3 MAPA DE TIPOS DE SUELOS

Para la confección del mapa de suelos de la ciudad de Abancay se ha recopilado toda la información existente que consiste en:

- Resultados de estudios geotécnicos existentes y recopilados para el proyecto (155pts).
- Puntos de Observación directa en taludes visibles de carreteras y cauces naturales (52pts).
- Calicatas excavadas específicamente para el presente proyecto (80pts).

Los puntos de investigados en estos estudios han sido ploteados y se presentan en color azul en el Mapa N° 11 de Ubicación de Calicatas. En la página siguiente se muestra una relación de la fuente de información básica empleada en el presente estudio.

#### 5.3.1 LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN GEOTÉCNICA.

Tabla: GT - 01. - Estudios recopilados.

Puntos 1 al 3	ECRO	Encauzam. y Canaliz. Río El Olivo. Espinoza, M. Centeno. Tesis-FIC-UNSAAC – 91
4 al 20	PBLA	Pavimentación Barrio Las Américas. L. Benites, JJ Enciso. Tesis-FIC-UNSAAC – 89
21 al 34	PPJCM	Pav. Integral PPJJ Centenario y B. Magisterial. E. Galvez. Luis Pinto. Tesis FIC-UNSAAC – 2000
35 al 38	A3VAR	Abastecimiento de Agua y Alcantarillado de la Urb. Victor Acosta Rios. R. Villafuerte. Yuri Moscoso. Tesis FIC-UNSAAC – 2000
39 al 40	MTMA	Mejoramiento del Teatro Municipal. MTC-Apurimac. 2005
41 y 42	AMCA	Mercado Central. Valmar Ingenieros SRL.- 2004
43 al 45	AGRA	Ampliación del Gobierno Regional Apurimac.L. A. Benites- 2005
46 al 68	PCPA	Pavimentado de Calles de Patibamba Alta - MTC Apurimac - 99
69 al 77	PVEA	Vía Evitamiento (Trazo antiguo). D. Salas. M. Quispe. Tesis FIC-UNSAAC - 90
78 al 83	EC	Estadio Condebamba. UR Ingenieros Asociados SCRL - 2000
84 al 88	AUNMB	Pabellón de Aulas Generales de la UNAMBA. C. Fernández Baca - 2004
89 y 90	PC	Puente Circunvalación . C. Fernández Baca – 2003
101 al 104	CDAAA	Asf. Av. Argentina MTC – 2003
105 al 106	PBB	Av. Panamericana-Bellavista baja MTC – 2005
107 al 108	APVIS	APV-Isidro Salas R. MTC – 2003
109	CQ	Cantera Quitasol MTC – 2005
110 al 111	EC	Estadio Condebamba MTC – 2005
112	CEPVG	CEP Villagloria MTC – 2006
113	A90LC	Av. 09 Oct. La Cultura (Ver-Jard) MTC – 2004
114	CCSC	C. Convenciones SUBCAFAE MTC – 2003
115 al 135	VE	Vía de Evitamiento MTC – 2003
136 al 137	RSE	Residencial Santa Eulalia. CC JRLM SRLTDA. 2005
141 al 155	CSRPX	Condominio San Rafael. PRAXIS Valmar Ingenieros - 2003

Descripción de cortes existentes.

01 al 52	C - #	Cortes naturales o artificiales existentes, registrados por C. Fernández Baca V.
Calicatas municipio		
01 al 80	Pz - #	Excavación, muestreo y tapado por Municipalidad Abancay, Ensayos de Campo y Laboratorio, pagados por PCS - PNUD.

### 5.3.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS RECOPIRADOS

Los estudios recopilados se dividen en 3 grupos:

- Estudios de mecánica de suelos de proyectos presentados al municipio de Abancay.
- Estudios realizados por el Ministerio de Transportes.
- Tesis universitarias encontradas en la Biblioteca Especializada de la UNSAAC.

De los proyectos conseguidos, se ha copiado fotostáticamente la información básica (sin procesar) referida a ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos y ubicación de las calicatas para ser procesadas en forma uniforme y en conjunto en el desarrollo del proyecto y de este modo minimizar los errores o diferencias de cálculo que se dan de acuerdo al tipo de obra al que pertenece cada estudio. Por ejemplo las obras viales emplean con mayor frecuencia el sistema de clasificación AASHTO y las obras de edificación emplean el sistema SUCS. Para el presente caso todos los datos han sido clasificados en base a una simplificación del sistema SUCS.

Las fotocopias extractadas de los documentos originales se han presentado en tomo aparte adjuntos al segundo informe y una copia de ellos se ha alcanzado a la municipalidad de Abancay, el resumen de datos obtenidos de estos documentos se presenta en los cuadros de las páginas siguientes.

El procedimiento seguido para sistematizar la información geotécnica recopilada es la siguiente:

- Se pone una clave a cada estudio para ayudar a ubicar el proyecto en referencia
- La granulometría se presenta como porcentajes de grava arena y finos.
- En esta recopilación no se incluye la proporción de piedra y bolonería que tiene cada suelo, se lleva a laboratorio el material menor a 2" y no indican el porcentaje de piedra que queda en campo.
- El tipo de suelo se ha determinado como se indica en el Título de Clasificación de Suelos que se presenta adelante.
- La plasticidad de los materiales que se reporta es la que corresponde a la fracción que pasa la malla #40 (0.425mm), de acuerdo a norma.
- Los parámetros de resistencia de ángulo de fricción interna " $\phi$ " y cohesión "c" no se indican en todos los estudios, y en todos los casos reportados, estos datos corresponden a la correlación de Meyerhof, basada en la densidad relativa, siendo estos datos de baja confiabilidad, por ello se ha preferido utilizar los datos obtenidos por ensayos propios.
- La densidad del suelo determinada generalmente por el método del cono de arena aparece en muy pocos estudios por lo que el resto de casillas ha sido llenado con el valor promedio de los datos existentes y en estos casos se presenta en letra cursiva.
- Los valores de humedad registrados en su mayoría son muy bajos, esto es debido a la alta permeabilidad del suelo gravoso que facilita la evaporación superficial del terreno, los valores de humedad alta generalmente corresponden a suelos arcillosos.
- Los datos de la capacidad de soporte CBR (California Bearing Ratio) abundan en los proyectos de pavimentos y corresponden a los suelos compactados al 95% de la densidad máxima Proctor Modificado.
- Se incluye también los pocos datos recopilados de ensayos de penetración y los valores de capacidad de carga calculados para cada proyecto.

### **5.3.3 DESCRIPCIÓN DE TALUDES Y CORTES**

(Naturales y artificiales, existentes).

Por ser Abancay una ciudad que se desarrolla en una ladera de pendiente pronunciada muchas de las vías y explanaciones para construcción presentan cortes de gran altura que muestra el perfil geotécnico de manera natural. Puntos verdes en el Mapa N° 11 de Ubicación de Calicatas.

Para aprovechar esta información que se encuentra visible, se programó la descripción de estos taludes en puntos espaciados en toda la ciudad y allí donde estén disponibles. En todos los casos se tomó la precaución de limpiar la superficie del talud antes de describir para eliminar el material que el agua arrastra de la parte superior y que cubre los estratos inferiores.

La descripción se realizó utilizando un formato similar al mostrado para calicatas y también se usó un sistema de abreviaturas para facilitar el registro de trabajos en campo, estas tablas han sido interpretadas "in extenso" para obtener las descripciones que se presentan a continuación.

Simultáneamente con la descripción de los taludes se tomaron datos de los porcentajes estimados de piedra, grava, arena y finos del material observado en cada caso. Todos estos datos se muestran en las tablas de la página siguiente.

### **5.3.4 EXCAVACIÓN DE CALICATAS**

#### **Determinación de la ubicación de las calicatas.**

Considerando la información recopilada en estudios de Mecánica de Suelos y la registrada en taludes visibles se ha determinado la ubicación más conveniente de las 80 calicatas consideradas en el estudio de forma que sea complementaria a aquellos.

Para ello se ha confeccionado un plano a escala 1/10,000 que abarca desde el mirador en el acceso de la Carretera de Cusco hasta el Sector de Pachachaca ubicando primero los estudios existentes, luego los taludes y cortes descritos y, finalmente, los lugares donde se requieren excavar calicatas indicadas con un símbolo específico y de color rojo.

Para la ejecución de las calicatas se ha redactado la hoja de instrucciones que se muestra en la página siguiente, para que sea entregada a todas las personas involucradas en el trabajo de campo. Estas instrucciones han permitido la ejecución del trabajo sin inconvenientes y se encuentran en el anexo del presente informe.

Las Calicatas fueron ploteadas y su ubicación se muestra en el mapa N° 11 Ubicación de Calicatas con color rojo. En la siguiente página se presenta una imagen de dicho plano donde se aprecia la distribución de puntos de investigación de los diferentes tipos en toda la ciudad.

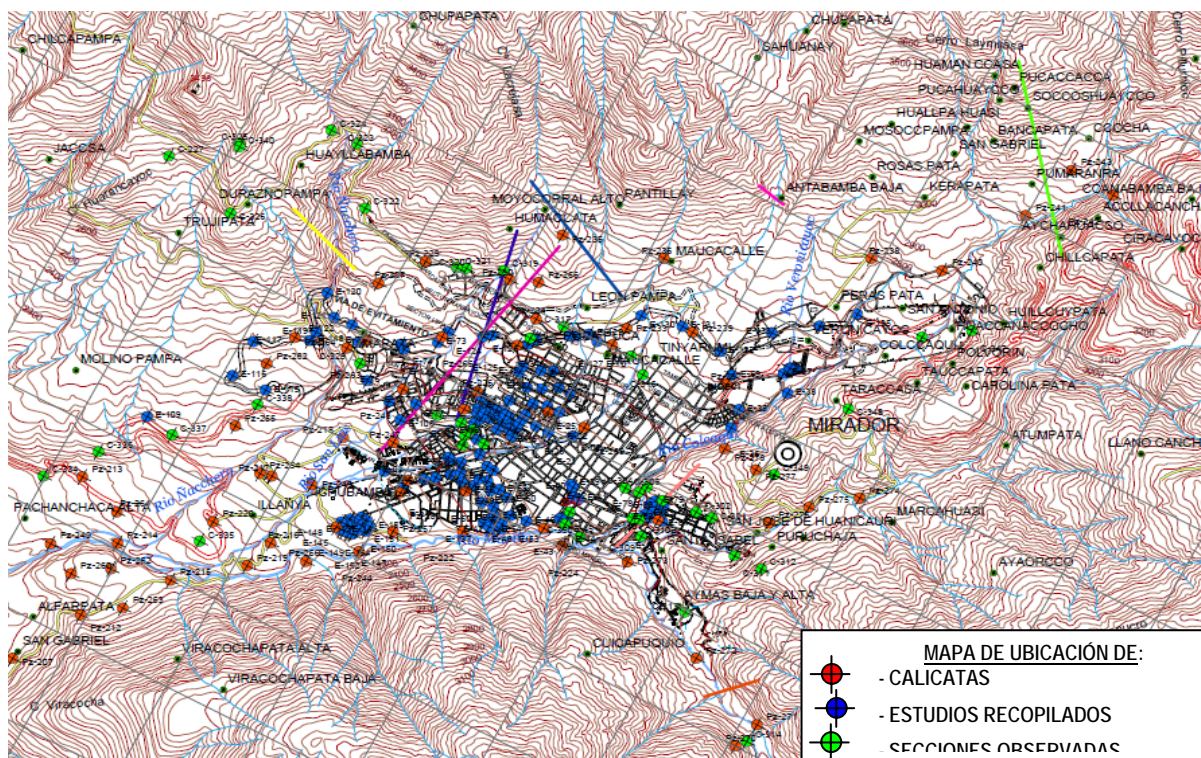


Figura GT- 01.- Muestra la ubicación de los puntos de los distintos tipos de investigación geotécnica

### 5.3.5 DESCRIPCIÓN ESTANDARIZADA DE SUELOS

Para aprovechar al máximo la información existente en la zona, que es relativamente escasa, se ha procedido a describir los numerosos cortes naturales y artificiales que se encuentran visibles en la ciudad de Abancay, conjuntamente que las paredes de las calicatas excavadas, para lo que se ha establecido un sistema estandarizado de descripción de suelos para evitar la subjetividad en este proceso y obtener de esta manera información confiable y valiosa.

En la ficha de descripción se muestran algunas iniciales que se usan para la descripción rápida en campo y que se presentan como sugerencia para ser usadas en cada caso, puede observarse que la misma letra puede tener significados diferentes en otras filas.

La descripción estandarizada ha sido acompañada con el registro fotográfico que se adjunta en el CD del presente informe, en el plano de ubicación de calicatas se han registrado estos puntos.

La interpretación de las tablas anteriores resulta en las descripciones completas que se muestran en el siguiente listado.

La descripción ha sido realizada personalmente por el especialista a cargo del presente estudio, empleando el formato que se muestra a continuación.

Iniciales:		Fecha:	Proy:	Sector:
E S T R A T O	CALICATA O PERFORACIÓN			
	Profundidad (m): hasta:			
	Tipo (E, T, L, B, M)			
	Material (PGSF)	Predominante		
		Secundario		
		Complementario		
	Color	Color (dos letras)		
		Viso (dos letras)		
		Intensidad (Cl,Os)		
	Consistencia M(B,D)-M(SC)			
Homogeneidad (U,H)				
Humedad (M, P)(S, H), Sat				
PIE- DRA	Forma	Aristas S(A,R)		
		Espesor (P)		
		Longitud (L)		
	Tamaño	Mínimo - (Pulg.)		
		Máximo - (Pug.)		
G R A V A	Forma	Aristas S(A,R)		
		Espesor (P)		
		Longitud (L)		
	Variedad de tamaño (G, U)			
	Tamaño	Mínimo (Pug)		
		Máximo (Pul)		
		Predom (Pul)		
	Dureza M(D,B)			
A- RE- NA	Tamaño predominante (G, F)			
	Variedad de tamaño (G, U)			
	Forma	Aristas (A, R)		
		Grosor (P, L)		
FI- NOS	Plasticidad (M, P, N)			
	Resistencia en seco M(D,B)			
	Tipo probable (C, M, CM, MC)			
MAT. ORGÁNICA		Origen (V, A)		
ORIGEN S. (Rio, Lag, Mar, Pan, Des)				
OBSERVACIONES (Nf, OI, Br, Sav, *1)				

### 5.3.6 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para obtener parámetros de clasificación, cálculo y diseño geotécnico, confiables y actuales, se programó la ejecución de ensayos in situ y de laboratorio en todas las calicatas excavadas, los ensayo son:

- Contenido de Humedad: ASTM: D 2216
- Granulometría. ASTM D 421 y D 422
- Límite Líquido. ASTM 4318
- Límite Plástico. ASTM 4318
- Densidad in situ ASTM 1556
- Consolidación. ASTM D 2435
- Compresión no Confinada. ASTM 2166
- Corte Directo. ASTM D 3080
- Ensayo de Penetración PDL DIN 4094

En las páginas siguientes se muestra un resumen de estos ensayos.

Tabla: GT - 02.- Resumen de resultados de ensayos de laboratorio.

Pz	Granulometría			Límites %		Corte directo				Compr. Simple			Veleta	
	G	S	F	LL	IP	$\phi$	c	$\gamma$	w%	qu	$\bar{q}_u$	Su	sr	
1	13.3	38.3	48.4	21.91	8.78	20.8	1.790	1.72	12.02				1.5	1.2
2	21.0	57.1	21.9	23.57	7.07	19.0	1.170	1.65	9.79					
3	65.0	22.0	13.0	19.52	4.55									
4	43.1	34.9	22.0	15.51	5.53	16.0	1.421	1.81	4.22	0.683	0.492	0.59	0.8	0.6
5	19.1	43.3	37.6	19.88	6.09									
6	3.9	40.7	55.4	26.22	9.13									
7	27.1	36.3	36.6	22.82	10.43	21.6	1.258	1.76	11.38					
8	23.4	42.8	33.8	15.77	4.81									
9	46.8	39.3	13.9	19.80	7.06			1.67	6.04				1.2	0.9
10	47.7	34.9	17.4	13.55	5.47			1.65	5.76					
11	1.1	33.9	65.0	13.27	4.00			1.63	8.09				0.8	0.2
12	32.9	54.6	12.5	20.43	3.78			1.73	6.43				0.6	0.1
13	12.3	34.1	53.6	18.87	5.67			1.75	8.30				2.0	0.9
14	67.4	19.9	12.7	19.06	5.31									
15	59.4	32.8	7.8	20.67	4.40									
16	41.2	30.9	27.9	25.17	6.65			1.86	8.16				1.2	0.4
17	31.5	23.8	44.7	21.87	9.06									
18	41.2	38.0	20.8	21.22	7.14			1.88	6.14				1.3	0.8
19	63.1	23.4	13.5	28.27	6.33									
20	52.3	38.1	9.6	17.83	9.11									
21	51.0	36.4	12.6											
22	44.4	35.4	20.2	24.63	6.56									
23	56.2	20.9	22.9	21.19	6.27									
24	49.6	38.0	12.4	23.15	5.58									
25	27.6	28.5	43.9	28.08	7.43			1.68	7.35				1.3	0.5
26	47.2	40.4	12.4	16.30	3.56			1.75	6.64				1.0	0.2
27	51.5	35.0	13.5	19.08	6.08	29.6	1.193	1.87	4.57	Moyocorral Bajo			1.1	0.2
28	50.5	31.6	17.9	22.68	7.91									
29	51.3	35.3	13.4	26.92	8.28			1.93	4.39	Moyocorral Alto				
30	4.3	71.2	24.5	13.25	0.85									
31	62.6	28.8	8.6	NP	NP									
32	57.3	34.4	8.3	NP	NP	29.6	1.193	1.78	6.77				1.6	0.9
33	61.7	24.5	13.8	19.25	2.53									
34	42.4	38.8	18.8	21.55	5.49	22.6	0.501	1.7	10.5				1.5	0.7
35	22.9	44.4	32.7	29.42	7.99	13.1	1.259	1.59	9.91					
36	26.1	51.6	22.3	25.74	10.06	29.2	0.332	1.75	16.03					
37	49.2	29.8	21.0	16.95	2.36									
38	37.8	41.7	20.5	18.99	3.76			1.75	17.24					
39	81.6	12.2	6.2	21.68	4.14	17.2	0.673	1.74	8.94					
40	37.1	45.5	17.4	15.89	4.29			1.82	12.18					
41	28.1	42.5	29.4			11.0	1.170	1.76	10.16				0.6	0.1

**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
 PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:

Pz	Granulometría			Límites %		Corte directo			w%	Compr. Simple			Veleta	
	G	S	F	LL	IP	$\phi$	c	$\gamma$		qu		$\bar{q}_u$	Su	sr
42	25.1	18.4	56.5	24.91	8.08									
43	26.2	61.0	12.8	23.39	5.66	18.8	1.870	1.65	4.65				2.5	2.0
44	71.4	9.9	18.7	20.74	5.97									
45	52.5	35.2	12.3	22.63	6.86									
46	42.5	33.7	23.8	19.16	4.72									
47	54.5	34.4	11.1	22.39	5.49	21.5	0.001	1.92	18.14				1.6	0.9
48	51.6	31.4	17.0	16.11	2.19									
49	50.7	31.7	17.6	12.77	3.09									
50	43.7	32.5	23.8	14.21	3.18									
51	21.7	43.1	35.2	20.27	6.92			1.57	6.77				1.6	1.0
52	41.1	34.1	24.8	15.83	2.31								1.8	1.1
53	35.3	41.7	23.0	NP	NP									
54	35.4	33.0	31.6	23.74	7.21	12.9	1.952	1.76	7.19					
55	36.4	34.2	29.4	21.55	6.59									
56	43.3	31.1	25.6	24.07	6.19									
57	49.7	22.3	28.0	14.84	2.69									
58	0.6	24.4	75.0	23.98	9.15	20.5	0.000	1.65	11.81				1.4	1.1
59	22.8	46.9	30.3	15.94	5.11									
60	18.9	55.0	26.1	18.26	5.30	28.5	0.832	1.69	11.96				1.4	0.7
61	47.9	35.4	16.7	NP	NP									
62	38.3	39.0	22.7	17.30	4.00	23.3	0.208	1.78	6.33					
63	48.6	36.8	14.6	19.21	4.25									
64	42.2	24.4	33.4	21.73	4.79					0.773	0.450	0.61		
65	33.8	50.3	15.9	21.85	8.47	17.1	0.557	1.82	4.65					
66	45.8	33.1	21.1	22.71	6.88			1.67	13.33				0.9	0.3
67	62.2	22.3	15.5	16.21	5.72									
68	26.4	43.3	30.3	19.71	4.05			1.60	6.65					
69	53.5	28.2	18.3	21.29	4.19									
70	22.1	51.2	26.7	20.75	4.83			1.74	16.26	0.516	0.383	0.45	1.8	1.8
71	36.8	43.9	19.3	28.36	6.82			1.86	17.09				0.7	0.5
72	2.2	60.1	37.7	27.05	6.74			1.73	19.89					
73	49.3	34.0	16.7	25.33	7.57									
74	58.9	28.3	12.8	25.64	7.52									
75	63.1	23.1	13.8	20.79	5.79	21.2	0.283	1.90	4.17					
76	46.7	32.5	20.8	26.01	9.78									
77	25.6	59.3	15.1	21.71	5.97			1.76	11.38					
78	49.4	26.5	24.1	21.31	6.01	22.1	0.129	1.92	6.33					
79	6.3	57.5	36.2	31.03	8.14			1.72	15.87				2.0	1.5
80	60.7	19.0	20.3	25.42	6.94									
								1.69	5.91	Cochapata				

Tabla: GT- 03. - Ensayos de penetración dinámica ligera (pdl)\*

PZ-	1	4	9	10	11	12	13	29	40	47	51	52	54	58	62	70	55	72	62
Ho =	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.3	2.5	2.3	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2	1.9	2.4
Lo =	2.3	2.5	2.8	2.2	2.4	2.1	1.9	2.2	2.4	2	1.9	2.2	2.1	2	2	2	2	2	2.5
1	225	224	268	209	230	201	185	218	235	189	184	211	202	191	195	194	196	190	239
2	214	190	258	201	225	192	180	216	231	183	179	204	194	182	190	190	192	185	230
3	209	178	249	193	214	184	175	214	227	177	174	198	188	174	186	185	188	179	222
4	203	173	240	186	209	177	171	211	224	172	169	192	182	166	182	180	182	173	214
5	195	164	231	179	203	171	167	208	221	167	165	186	176	160	178	176	174	167	206
6	185	155	225	174	195	166	164	205	218	162	161	180	170	154	174	172	168	161	200
7	173	129	220	170	185	162	161	202	215	158	157	175	165	148	170	167	162	154	193
8	159	126	216	167	173	158	158	199	212	154	153	170	160	142	165	162	158	150	186
9	145	119	212	164	159	154	155	196	209	150	150	165	155	137	160	158	154	145	180
10	131	115	208	161	145	152	151	193	206	146	147	163	151	132	155	154	150	140	173
11	120	108	205	158	131	148	147	190	203	142	144	162	147	127	151	150	147	136	166
12	111	99	202	156	120	145	143	188	200	138	141	161	143	123	148	146	143	132	160
13	101	92	200	152	111	142	139	186	198	135	138	159	139	119	145	142	139	128	155
14	92	86	198	148	101	139	135	184	196	132	135	155	135	115	142	138	135	124	150
15	85	80	194	145	92	133	131	182	194	129	132	151	131	111	139	134	131	120	145
16	79	73	190	142	85	130	128	180	192	126	129	148	127	107	136	130	128	116	140
17	75	68	185	139	79	127	125	179	190	123	126	145	123	104	133	127	125	112	136
18	72	64	181	136	75	124	122	178	188	120	123	142	119	101	130	124	122	108	132
19	68	59	176	133	72	121	119	177	186	117	121	139	115	98	127	121	119	105	128
20	65	54	172	130	68	118	116	176	183	114	119	136	114	95	124	118	116	102	126
21	61	50	168	128	65	114	113	175	180	111	117	133	110	92	121	115	113	99	124
22	53	46	162	126	61	110	110	174	177	108	115	130	107	90	117	112	110	96	122
23	45	40	159	124	53	108	108	172	174	105	113	127	104	88	113	109	108	93	120
24	39	36	156	122	45	106	106	170	172	102	110	125	101	86	110	106	106	90	118
25	35		152	120	39	104	104	168	170	99	107	124	98	84	107	103	104	87	
26			148	119	35	102	102	162	168	97	104	122	95	82	104	100	102	84	
27			146	118		100	100	160	166	95	101	120	93	80	101	97	100	81	
28			143	117		98	98	158	164	93	99	118	90	78	98	93	97	79	
29			141	115		96	96	155	162	91	97	116	88	75	96	90	94	77	
30			139	114		94	95	153	160	89	95	115	86	72	94	87	91	75	
31			138	113		92	94	151	159	87	93	114	84	69	92	85	89	73	
32			137	111		91	93	149	158	85	92	113	82	67	90	83	87	71	
33			136	109		89	92	147	157	83	91	112	80	65	88	81	85	69	
34			135	108		87	91	146	156	81	90	110	78	63	87	79	83	67	
35						86	90	145	155	79	89	109	76	61	86	77	82	65	
36						85	89	144	154	77	88	108	74	60	85	75	81	62	
37						84	88	143	153	75	87	107	72	59	84	72	80	61	

\* Longitud de Varillaje Luego de 5 Golpes (cm).

Los valores consignados en esta tabla son la medida del penetrómetro desde el nivel de la superficie del suelo hasta el borde del yunque en centímetros, medidos luego de 5 golpes.

Para obtener el número de golpes necesarios para penetrar 10cm ( $N_{PDL}$ ) se tuvo que dividir 50 entre la diferencia de dos datos adyacentes en columna.

Luego se determinó el la profundidad a la que corresponde cada dato y se promedio los valores de  $N_{PDL}$  para cada metro de profundidad, tomando en cuenta que los ensayos se realizaron en el fondo de las calicatas.



Tabla: GT – 04. - Número de golpes pdc por 10cm.

Pz	1	4	9	10	11	12	13	29	40	47	51	52	54	58	62	70	55	72	62
Ho	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.3	2.5	2.3	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2	1.9	2.4
0.1	10.0	2.3	4.2	4.5	10.0	5.6	10.0	25.0	10.0	8.3	8.3	5.6	6.3	5.6	10.0	8.3	12.5	10.0	8.3
0.2	4.5	1.5	5.0	6.3	10.0	5.6	10.0	25.0	12.5	8.3	10.0	7.1	6.3	5.6	10.0	12.5	12.5	10.0	5.6
0.3	9.1	4.3	5.6	6.3	4.5	6.3	10.0	25.0	12.5	8.3	10.0	8.3	8.3	6.3	12.5	10.0	12.5	8.3	6.3
0.4	8.3	9.1	5.6	7.1	9.1	7.1	12.5	16.7	16.7	10.0	10.0	8.3	8.3	6.3	12.5	10.0	8.3	8.3	6.3
0.5	6.7	5.6	5.6	7.1	8.3	8.3	12.5	16.7	16.7	10.0	12.5	8.3	8.3	8.3	12.5	12.5	6.3	8.3	6.3
0.6	5.0	5.6	8.3	10.0	6.7	10.0	16.7	16.7	16.7	10.0	12.5	8.3	8.3	8.3	12.5	12.5	8.3	8.3	8.3
0.7	4.2	1.9	10.0	12.5	5.0	12.5	16.7	16.7	16.7	12.5	12.5	10.0	10.0	8.3	12.5	10.0	8.3	7.1	7.1
0.8	3.6	16.7	12.5	16.7	4.2	12.5	16.7	16.7	16.7	12.5	12.5	10.0	10.0	8.3	10.0	10.0	12.5	12.5	7.1
0.9	3.6	7.7	12.5	16.7	3.6	12.5	16.7	16.7	16.7	12.5	16.7	10.0	10.0	10.0	10.0	12.5	12.5	10.0	8.3
1.0	3.6	11.1	12.5	16.7	3.6	25.0	12.5	16.7	16.7	12.5	16.7	25.0	12.5	10.0	10.0	12.5	12.5	10.0	7.1
1.1	4.3	7.1	16.7	16.7	3.6	12.5	12.5	16.7	16.7	12.5	16.7	50.0	12.5	10.0	12.5	12.5	16.7	12.5	7.1
1.2	5.6	5.9	16.7	25.0	4.3	16.7	12.5	25.0	16.7	12.5	16.7	50.0	12.5	12.5	16.7	12.5	12.5	12.5	8.3
1.3	5.3	7.1	25.0	12.5	5.6	16.7	12.5	25.0	25.0	16.7	16.7	25.0	12.5	12.5	16.7	12.5	12.5	12.5	10.0
1.4	5.6	8.3	25.0	12.5	5.3	16.7	12.5	25.0	25.0	16.7	16.7	12.5	12.5	12.5	16.7	12.5	12.5	12.5	10.0
1.5	6.7	8.3	12.5	16.7	5.6	8.3	12.5	25.0	25.0	16.7	16.7	12.5	12.5	12.5	16.7	12.5	12.5	12.5	10.0
1.6	9.1	7.1	12.5	16.7	6.7	16.7	16.7	25.0	25.0	16.7	16.7	16.7	12.5	12.5	16.7	12.5	16.7	12.5	10.0
1.7	12.5	10.0	10.0	16.7	9.1	16.7	16.7	50.0	25.0	16.7	16.7	16.7	12.5	16.7	16.7	16.7	16.7	12.5	12.5
1.8	14.3	12.5	12.5	16.7	12.5	16.7	16.7	50.0	25.0	16.7	16.7	16.7	12.5	16.7	16.7	16.7	16.7	12.5	12.5
1.9	12.5	10.0	10.0	16.7	14.3	16.7	16.7	50.0	25.0	16.7	25.0	16.7	12.5	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	12.5
2.0	20.0	10.0	12.5	16.7	12.5	16.7	16.7	50.0	16.7	16.7	25.0	16.7	50.0	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	25.0
2.1	12.5	12.5	12.5	25.0	20.0	12.5	16.7	50.0	16.7	16.7	25.0	16.7	12.5	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	25.0
2.2	5.9	11.1	8.3	25.0	12.5	12.5	16.7	50.0	16.7	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	12.5	16.7	16.7	16.7	25.0
2.3	6.3	9.1	16.7	25.0	5.9	25.0	25.0	25.0	16.7	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	12.5	16.7	25.0	16.7	25.0
2.4	9.1	12.5	16.7	25.0	6.3	25.0	25.0	25.0	25.0	16.7	16.7	25.0	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	16.7	25.0
2.5	12.5		12.5	25.0	9.1	25.0	25.0	25.0	25.0	16.7	16.7	50.0	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	16.7	
2.6			12.5	50.0	12.5	25.0	25.0	8.3	25.0	25.0	16.7	25.0	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	16.7	
2.7			25.0	50.0		25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	16.7	25.0	25.0	25.0	16.7	16.7	25.0	16.7	
2.8			16.7	50.0		25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	16.7	25.0	16.7	12.5	16.7	25.0		
2.9			25.0	25.0		25.0	25.0	16.7	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	
3.0			25.0	50.0		25.0	50.0	25.0	25.0	25.0	25.0	50.0	25.0	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	
3.1			50.0	50.0		25.0	50.0	25.0	50.0	25.0	25.0	50.0	25.0	16.7	25.0	25.0	25.0	25.0	
3.2			50.0	25.0		50.0	50.0	25.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	
3.3			50.0	25.0		25.0	50.0	25.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	
3.4			50.0	50.0		25.0	50.0	50.0	50.0	25.0	50.0	25.0	25.0	25.0	50.0	25.0	25.0	25.0	
3.5						50.0	50.0	50.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	25.0	50.0	25.0	50.0	25.0	
3.6						50.0	50.0	50.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	50.0	16.7	
3.7						50.0	50.0	50.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	50.0	50.0	16.7	50.0	50.0	

Tabla: GT - 05. - N<sub>PDL</sub> Promedio por metro de profundidad.

Pz	1	4	9	10	11	12	13	29	40	47	51	52	54	58	62	70	55	72	62
02 a 03	7.3	1.9	5.7	10.4	7.7	11.6	13.3	26.9	18.7	9.6	12.9	16.8	8.0	6.7	12.5	11.1	15.4	12.4	6.9
03 a 04	4.7	7.5	20.4	27.8	8.3	25.3	29.2	41.7	34.9	19.3	27.7	29.3	18.6	19.9	23.9	17.4	30.0	25.0	14.6
04 a 05	11.5	10.3																	

Tabla: GT - 06 . - N<sub>PDL</sub> Equivalente promedio por metro de profundidad.

Pz	1	4	9	10	11	12	13	29	40	47	51	52	54	58	62	70	55	72	62
02 a 03	9.6	2.5	7.5	13.7	10.1	15.4	17.6	35.6	24.8	12.8	17.1	22.2	10.6	8.9	16.6	14.7	20.3	16.4	9.1
03 a 04	6.2	10.0	27.0	36.8	10.9	33.6	38.6	55.2	46.2	25.6	36.6	38.8	24.6	26.4	31.7	23.1	39.7	33.1	19.3
04 a 05	15.2	13.7																	

El número de golpes  $N_{PDL}$ , fue correlacionado mediante la ecuación de energía específica con el ensayo SPT (Standart Penetration Test), tomando en consideración las características del equipo empleado:

- $W = 9.19 \text{ Kg}$
  - $H = 57.50 \text{ cm}$
  - $d = 2.54 \text{ cm}$
  - $A_p = 5.07 \text{ cm}^2$
- $$E_e = \frac{WH}{A_p L}$$
- $L = 10.00 \text{ cm}$
  - $E_e = 10.43 \text{ Kg.cm/cm}^3$
  - $Espt = 7.87 \text{ Kg.cm/cm}^3$
  - $K = E_e/Espt = 1.32$

Tabla: GT – 07 .- Indicadores estadísticos de valores  $N_{spt}$ , correlación de PDL.

De 19 puntos evaluados (Pzs)	Promedio	Mínimo	Máximo
Entre 2 y 3m de profundidad	15.0	35.6	2.5
Entre 3 y 4m de profundidad	29.7	55.2	6.2
Entre 4 y 5m de profundidad	14.4	15.2	13.7

Los resultados de los ensayos de penetración realizados en Abancay muestran que la mayor parte de resultados entre 0 y 1m de profundidad se encuentran entre:  $N_{PDL} = 8$  y 17, lo que se considera materiales de baja resistencia. En realidad tiene mayor importancia para los proyectos de construcción los suelos que se encuentran a mayor profundidad, puesto que los cimientos generalmente tienen cierto empotramiento.

- El promedio de valores medidos entre 2 y 3m de profundidad es de  $N_{spt}=15$
- El promedio de valores medidos entre 3 y 4m de profundidad es de  $N_{spt}=29.7$
- Sin embargo se tienen valores tan bajos como  $N_{spt}=2.5$  y tan altos como  $N_{spt}=55.2$

Estos valores extremos corresponden a capas de arena fina y grava con caliche respectivamente.

### 5.3.7 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

En cada punto se toma como suelo representativo a aquel que se encuentra ubicado dentro de la zona activa para el diseño de la cimentación típica.

La cimentación típica a sido asumida como zapatas aisladas cuadradas de 1m de lado cimentadas a 1m de profundidad por lo que la zona activa que se encuentra entre la base de la cimentación y un nivel a 2 veces el ancho de la cimentación por debajo de la misma. De acuerdo a estos criterios el suelo representativo de cada sector estaría conformado por el material ubicado entre 1 y 3m de profundidad. Se ha considerado para el estudio, el material predominante o más crítico entre 1 y 3m de profundidad, en cada sitio.

Para la confección del mapa de tipos de suelos se ha recurrido a realizar una serie de simplificaciones a los sistemas de clasificación existentes en Ingeniería Civil hasta lograr un número de tipos de suelos razonable para su interpretación en un mapa temático y su aplicación de los tipos de suelos considerados de riesgo al mapa de peligros del Abancay. Ver Mapa No. 12 Tipo de Suelos en el anexo de planos.

Se ha utilizado la el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) para representar el tipo de suelo de cada punto en el mapa. Esto es:

- C = Arcillas M = Limos, S = Arenas y G = Gravas
- L = baja compresibilidad, H = alta compresibilidad
- P = Mal gradadas o uniformes, W = Bien gradadas.
- las combinaciones posibles de estos símbolos.

La clasificación resultante de la aplicación de este sistema de clasificación a los resultados de laboratorio realizados específicamente para el proyecto sobre las muestras obtenidas en las 80 calicatas excavadas por el municipio es el listado que se muestra a continuación.

Tabla: GT – 08. - Datos para el plano de Tipos de Suelos.

Pz	SUCS	Pz	SUCS	Pz	SUCS	Pz	SUCS
01	SC	21	GC	41	SC	61	GM
02	SC	22	GC	42	CL	62	SC
03	GC	23	GC	43	SC	63	GC
04	GC	24	GC	44	GC	64	GC
05	SC	25	GC	45	GC	65	SC
06	CL	26	GC	46	GC	66	GC
07	SC	27	GC	47	GC	67	GC
08	SC	28	GC	48	GC	68	GC
09	GC	29	GC	49	GC	69	GC
10	GC	30	SC	50	GC	70	SC
11	CL	31	GM	51	SC	71	SC
12	SC	32	GM	52	GC	72	SC
13	CL	33	GC	53	SM	73	GC
14	GC	34	GC	54	GC	74	GC
15	SW-SC	35	SC	55	GC	75	GC
16	GC	36	SC	56	GC	76	GC
17	GC	37	GC	57	GC	77	SC
18	GC	38	SC	58	CL	78	GC
19	GC	39	GP-GC	59	SC	79	SC
20	GW-GC	40	SC	60	SC	80	GC

Para fines de sectorizar el área de la ciudad en tipos de suelos resulta que el sistema SUCS posee demasiados tipos de suelos producto de la combinación de las iniciales que se indica líneas arriba por lo que en una primera etapa del estudio se ha reducido a 5 los tipos de suelos y han sido complementados con el símbolo de Roca y Relleno del modo siguiente:

- S para SW, SP, SM, SC, SP-SM, SP-SC, SW-SP y SW-SC. Arenas
- G para GW, GP, GM, GC, GP-GM.... etc. Gravas
- C para CL, CH, CL-ML Arcillas
- M para ML y MH Limos
- O para OL, OH, Pt. Suelos orgánicos y Turba
- Rc para Roca Afloramientos rocosos.
- RII para Rellenos Rellenos artificiales sueltos.

Esta simbología ha dado como resultado demasiados tipos de suelos (7) generando formas caóticas e intrincadas en el plano de zonificación de tipos de suelos. Para fines de determinar el peligro geológico-climático de origen geotécnico de los distintos sectores de la ciudad se ha decidido considerar solo 4 tipos que son:

- Roca (R) para Afloramientos de macizos rocosos.
- Gravas (G) para Suelos en los que predomina la fracción de Gravas.

Arenas (S) para Suelos en los que predomina la fracción de arena.  
Suelos Finos (F) Suelos en los que predomina la fracción de Arcilla y Limos.

Estos tipos de suelos están representados en el plano N° 12 Tipos de Suelos que se presenta en el anexo correspondiente del presente informe.

El criterio para diferenciarlos es:

**Roca:** Material sólido conformado por diversos minerales, cuya resistencia es claramente superior a  $25\text{Kg/cm}^2$

**Grava:** Material conformado por partículas de tamaño mayor a 4.75mm, para fines del presente informe se incluye dentro de esta descripción a la bolonería o piedra grande.

**Arena:** Material conformado por partículas mayores 0.075mm y menores a 4.74mm.

**Finos:** Material conformado por partículas menores a 0.075mm incluye a limos y arcillas.

Nótese que se recalca en todo momento que para esta clasificación se toma el criterio de denominar al suelo de acuerdo al material que predomina en su composición. Por ejemplo, donde en el plano se indica "S" significa Arena y en ese sector se puede encontrar arena o mezclas de materiales en los que predominan partículas del tamaño de las arenas, puede tratarse de Material gravoso con finos pero con abundante arena (> al 50%)

### 5.3.8 SELECCIÓN DE LA NOMENCLATURA

Para elegir la nomenclatura correspondiente a cada material analizado se tomó el criterio siguiente:

**Primero:** Definir si el material observado es un macizo rocoso, por observación del conjunto y su resistencia con un martillo o piedra.

**Segundo:** Determinar si el material es granular o fino en base al porcentaje de material que pasa la malla # 200 de 0.075mm. Si el porcentaje que pasa es mayor o igual al 50% se le denomina Fino ( F)

**Tercero:** Si el porcentaje que pasa es menor al 50%, quiere decir que se trata de grava o arena, para lo que se debe determinar el porcentaje de grava y el porcentaje de arena. El porcentaje de grava es el retenido en la malla #4 o el complemento a 100 del porcentaje que pasa la malla #4. El porcentaje de arena es el complemento a 100 de la suma de porcentajes de finos y grava.

**Cuarto:** El suelo tomará la denominación de grava o arena comparando los porcentajes respectivos entre si.

### 5.3.9 CONFECCIÓN DEL PLANO DE TIPOS DE SUELO

Producto de las tres fuentes de información extensamente analizadas en los títulos anteriores (estudios recopilados, taludes y cortes descritos así como calicatas excavadas con ensayos de laboratorio) a cada punto de investigación se le asigna una letra R, G, S, F correspondientes a Roca, Grava, Arena y Finos. Estas letras son ubicadas en el plano de la ciudad en lugar del símbolo de la calicata.

Sobre plano impreso con las numerosas letras marcadas se determina áreas en las que predominan letras similares conformando contornos de cada material que representan las zonas geotécnicas de tipo de suelo del estudio.

No se ha realizado este trabajo de forma automatizada debido a que en algunos casos resultan en figuras demasiado intrincadas por la presencia de algunos puntos de material diferente al que predomina en la zona, en el trabajo realizado a mano se puede discriminar estos puntos pasando por un razonamiento asistido por la experiencia de la observación directa del campo.

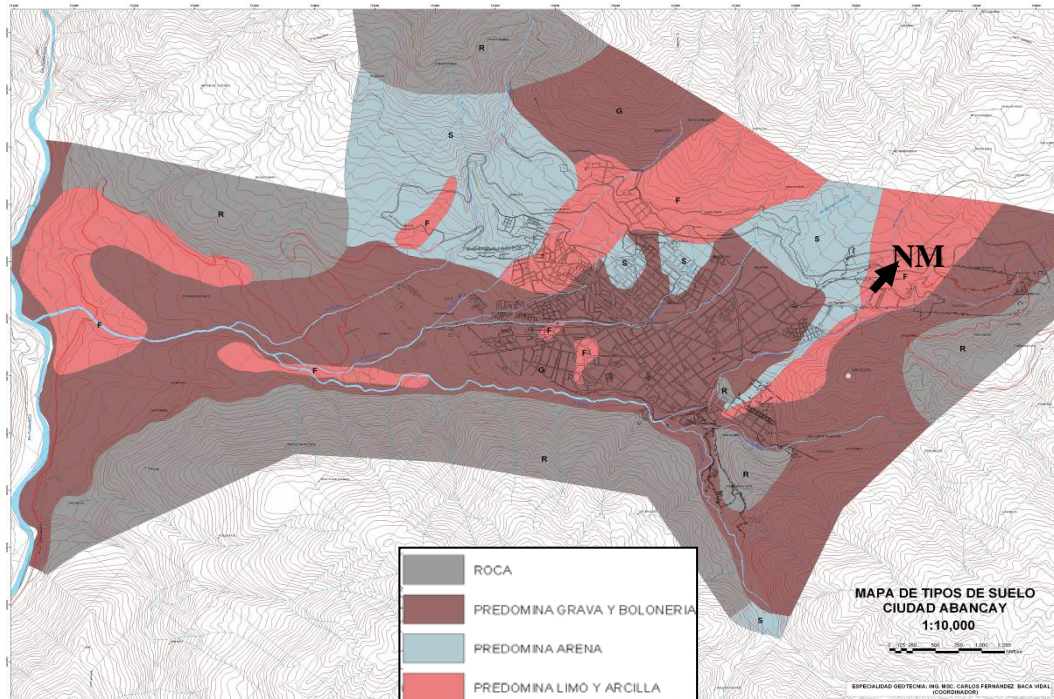


Figura GT – 02: Mapa de tipos de suelos.

A continuación se describe los tipos de materiales observados en el área en estudio de acuerdo a su ubicación en el plano de tipos de suelos confeccionado.

### 5.3.9.1 SUELOS FINOS (F)

En el presente estudio se agrupa bajo ésta denominación a los suelos en los que predominan Arcillas y Limos resaltando que los más frecuentes son los suelos limosos. En general tienen coloración blanquecina grisácea y se presenta con grava en el área central de la ciudad pero hacia el sector Nor-Oeste tiene color rojizo y mayor plasticidad; hacia la parte baja en los terraplenes inferiores tiene coloración amarillenta y se presenta con arena fina. Las áreas de suelos finos se presentan en forma de intrusiones alargadas con respecto al material gravoso predominante.

### 5.3.9.2 ARENAS. (S)

Como se ha mencionado líneas arriba en el área del proyecto abundan los materiales arenosos finos de color rojizo que en estado húmedo pueden confundirse con arcillas puesto que tienen textura fina y permiten excavaciones verticales pero al secar o saturarse pierden su pseudo-cohesión (debida a la succión matricial) y se desmoronan.

### **5.3.9.3 GRAVAS (G)**

Los suelos gravosos presentan casi siempre abundante piedra grande y bolonería conformada por fragmentos de roca caliza de color superficial blanco pero negro en su interior (negro en fractura fresca). Los fragmentos de piedra grava y arena son duros y resistentes, los materiales finos presentan cierto grado de cementación por la solución calcárea que circula entre sus partículas. El material es denominado como caliche.

En algunos sectores la grava es de origen coluvial (pese a presentar cantos rodados) y abundan los paleocauces que se presentan en franjas de material con menos cantidad de finos. En las terrazas inferiores de la quebrada hacia el Rio pachachaca abundan los bolones de granito.

Los materiales identificados como gravosos son de alta resistencia y competentes para cimentación.

### **5.3.9.4 ROCA (R)**

Los afloramientos de roca en la zona del proyecto se encuentran en las partes altas que circundan y flanquean al valle del Abancay, Hacia el Nor-Oeste son predominantemente calizas y areniscas, Hacia el Sur Oeste se presentan yesos y calizas menos competentes con indicios de karstificación y Hacia el Sur-Oeste se tienen Rocas metamórficas derivadas del Granito como son el Gneiss muy intemperizado hacia la superficie y con evidencias de intensa deformación plástica.

## **5.4 MAPA DE ESFUERZO ADMISIBLE**

Existen numerosos indicadores de la resistencia de los suelos, estos son la resistencia al corte, la resistencia a la penetración dinámica, la capacidad de carga y otros. Existe cierta relación entre ellos aunque para diferentes tipos de suelos esta relación no es igual, siempre es directa pero tiene diferencias sustanciales.

En el presente proyecto se han elaborado como elementos de trabajo diversos mapas temáticos que han servido de referencia para la interpretación final que permite determinar las áreas de peligro. Sin embargo es el esfuerzo admisible, obtenido como una fracción de la capacidad portante la variable que ha servido para definir las áreas de riesgo ocasionado por suelos inestables para la construcción.

En el mapa de peligros, se ha incluido como material peligroso a los suelos con esfuerzo admisible menor de 1Kg/cm<sup>2</sup> y a estas áreas se ha sumado las que muestran presencia de suelos orgánicos.

### **5.4.1 CAPACIDAD PORTANTE**

La capacidad portante es una propiedad que depende de los suelos y las cimentaciones. Por esta razón ha sido necesario asumir un tipo de cimentación para determinar este parámetro. Los estudios de suelos recopilados son elaborados para distintos tipos de proyectos por lo que los resultados de capacidad portante que presentan obedecen a diferentes criterios.

Para sistematizar la información ha sido necesario recopilar los parámetros de resistencia de ángulo de fricción interna y cohesión ( $\phi$ ,  $c$ ) y el peso específico natural ( $\gamma_N$ ) de cada sitio.

#### 5.4.1.1 CIMENTACIÓN TIPO Y MÉTODO DE CÁLCULO

Para determinar el esfuerzo admisible para las características de la cimentación tipo elegida como representativa de este proyecto son:

- Zapata cuadrada  $B/L = 1$
- Ancho de Cimentación  $B = 1\text{m}$
- Profundidad de Cimentación:  $D_f = 1\text{m}$
- Teoría Meyerhof
- Criterio de falla Localizada (Estructuras sensibles a asentamientos)
- Factor de seguridad:  $FS = 3$
- Zona de influencia: Desde 1 hasta 3m de profundidad

Se ha elegido la Zapata Cuadrada por ser la cimentación aislada la más frecuente en edificaciones de concreto armado en Abancay. Los valores obtenidos son ligeramente diferentes que los que se tendría para el caso más difundido de construcciones populares en la ciudad que son los cimientos corridos de piedra y barro para edificaciones de adobe.

Las expresiones de cálculo empleadas corresponden a la teoría de Meyerhof y son:

Expresión general  $q_c = cN_c s_c + \gamma D_f N_q s_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma$

Siendo  $N$ ,  $s$  y  $d$ , los factores de capacidad de carga, factor de forma y de profundidad respectivamente. Estos valores son calculados en base a las siguientes expresiones.

Factores de:

<u>Capacidad de carga</u>	<u>Forma</u>
$N_c = (Nq - 1) \cot \phi$	$s_c = 1 + 0.2 N \Phi \frac{B}{L}$
$N_q = e^{\pi \tan \phi} N \Phi$	
$N_\gamma = (Nq - 1) \tan(1.4 \phi)$	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 N \Phi \frac{B}{L}$

No se han empleado factores de profundidad por ser superficial la cimentación típica en la ciudad del Abancay. Los resultados se presentan en  $\text{Kg/cm}^2$  ( $1\text{Kg/cm}^2 = 100\text{KPa}$ .)

#### 5.4.1.2 ELECCIÓN DE PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO

Los estudios geotécnicos proporcionan directamente parámetros de comportamiento a diferentes profundidades y se ha elegido los parámetros de diseño a corto plazo por ser los valores más críticos para el diseño ( $\phi_U$ ,  $c_U$ ) es decir parámetros no drenados para profundidades entre 1 y 3m, es por esta razón que los parámetros seleccionados para el presente proyecto no necesariamente corresponden a los que han sido usados en cada estudio específico recolectado.

Los parámetros de resistencia al corte se pueden estimar en función de los límites de consistencia para los suelos arcillosos (CL, CH, SC y GC) que son la mayoría son:  
Para la cohesión: (KPa)

$$\begin{array}{ll} \text{Si el índice de Liquidez es mayor a 0.5:} & s_u = 0.18(IL)^{-1/2} \\ \text{Si el índice plástico es mayor a 5\%} & s_u = 0.45(IP)^{1/2} \end{array}$$

Para el ángulo de fricción interna: ( ° )

Se ha empleado la correlación expresada por Joseph E Boules (Foundation Analysis and Design) que acumula datos de Ladd et al 1977, Bjerrum and Simos 1960 Kanjay Wolle 1977 y Olsen et al 1986. En esta tabla se ha leído valores de f para diferentes valores de IP con los que se ha planteado un gráfico de coordenadas x,y determinando la ecuación de correlación de segundo grado siguiente:

$$\phi = 0.0028IP^2 - 0.4246IP + 37.954$$

Para los casos en que se ha encontrado roca el proyecto determina una capacidad portante de 5Kg/cm<sup>2</sup> puesto que colocar los valores reales de capacidad portante produciría excesivo número de contornos de resistencia en los planos.

La información recopilada por la municipalidad presenta los ensayos de penetración dinámica de cono, conocido como PDL del que se obtuvo por correlación directa valores del número de golpes correspondientes al ensayo SPT.

Estos valores se han reemplazado en la ecuación para capacidad de carga para 1" de asentamiento de la estructura diseñada, criterio que es propio del método correspondiente al ensayo SPT.

$$q_a = (N'_{70})(1+0.3/B)^2(1+D/3B)/6 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

Finalmente se tienen algunos casos en los que se tiene ensayos de CBR, de los que se ha obtenido por análisis de la presión correspondiente que ocasiona la falla en el suelo para obtener un valor aproximado de la capacidad de carga, usando un factor de seguridad de 3 se obtiene la capacidad de carga.

#### 5.4.1.3 ESFUERZO ADMISIBLE

Los diferentes métodos descritos permiten calcular diferentes valores de esfuerzo admisible y en algunos casos se repiten para un mismo punto, en esos casos se ha empleado el criterio de elegir el valor mas bajo.

Todos estos cálculos se muestran en el anexo de geotecnia del presente informe y a continuación se presenta el resultado final. Se hace la aclaración de que estos resultados no pueden ser utilizados para el diseño de cualquier proyecto en la ciudad\*

a) En Puntos de Estudios Recopilados.



Tabla: GT-09 .- Esfuerzo Admisible  $q_a$  (Kg/cm<sup>2</sup>)\*

Punto	$q_a$	Punto	$q_a$	Punto	$q_a$	Punto	$q_a$	Punto	$q_a$
1	1.86	31	3.83	61	3.99	101	7.62	131	3.94
2	3.17	32	1.40	62	3.62	102	5.51	132	3.05
3	1.78	33	4.27	63	3.30	103	7.09	133	3.71
4	....	34	1.15	64	3.30	104	6.92	134	2.46
5	4.13	35	2.46	65	3.99	105	3.67	135	4.26
6	2.97	36	5.51	66	3.30	106	6.62	136	1.83
7	2.86	37	5.51	67	3.80	107	0.54	137	3.52
8	3.45	38	3.62	68	3.46	108	2.95	141	5.51
9	3.64	39	5.51	69	4.73	109	5.51	142	5.51
10	3.97	40	0.99	70	4.07	110	3.79	143	5.51
11	3.30	41	1.51	71	2.11	111	3.62	144	4.50
12	3.35	42	1.05	72	1.44	112	2.12	145	2.91
13	3.78	43	5.51	73	1.36	113	2.49	146	4.37
14	3.77	44	1.58	74	1.15	114	1.45	147	5.26
15	3.94	45	1.63	75	4.21	115	4.00	148	1.33
16	3.20	46	3.99	76	1.15	116	2.42	149	0.79
17	3.59	47	3.99	77	1.67	117	3.12	150	0.64
18	2.92	48	2.20	78	5.51	118	2.08	151	1.88
19	3.34	49	2.66	79	5.51	119	2.57	152	1.67
20	3.12	50	1.70	80	5.51	120	4.04	153	1.45
21	4.06	51	3.62	81	1.90	121	2.74	154	1.35
22	4.23	52	3.46	82	5.25	122	4.27	155	1.38
23	4.22	53	3.46	83	2.43	123	2.69		
24	4.30	54	3.46	84	5.51	124	3.68		
25	4.28	55	2.20	85	1.54	125	2.69		
26	4.54	56	4.20	86	5.51	126	2.33		
27	3.77	57	3.46	87	5.51	127	3.52		
28	3.02	58	3.99	88	5.51	128	4.42		
29	4.73	59	5.51	89	0.81	129	3.83		
30	2.82	60	3.99	90	5.51	130	3.04		

\* Para las condiciones de cimentación indicadas en este informe.

b) En calicatas excavadas para el presente estudio.

Tabla: GT - 10. - Esfuerzo Admisible  $q_a$  (Kg/cm<sup>2</sup>)\*

Punto	$q_a$	Punto	$q_a$	Punto	$q_a$	Punto	$q_a$
1	0.84	21	4.39	41	0.31	61	0.10
2	0.63	22	3.09	42	2.87	62	0.87
3	3.42	23	3.14	43	0.72	63	3.48
4	0.34	24	3.25	44	3.18	64	3.51
5	3.16	25	3.20	45	3.05	65	0.55
6	2.73	26	4.07	46	3.39	66	3.07
7	0.90	27	2.12	47	0.82	67	3.22
8	3.38	28	2.90	48	3.88	68	2.80
9	1.01	29	3.54	49	3.69	69	3.49
10	1.83	30	4.18	50	3.68	70	1.96
11	1.35	31	....	51	2.28	71	3.78
12	2.05	32	1.96	52	2.96	72	2.19
13	2.34	33	3.81	53	....	73	2.94
14	3.29	34	0.78	54	0.51	74	2.95
15	3.45	35	0.38	55	2.71	75	0.83
16	4.01	36	1.59	56	3.15	76	2.65
17	2.74	37	3.84	57	3.77	77	3.23
18	4.05	38	3.59	58	0.53	78	0.90
19	3.13	39	0.53	59	3.32	79	3.52
20	2.74	40	3.31	60	1.49	80	3.04

\* Para las condiciones de cimentación indicadas en este informe.

Todos estos valores se han planteado en el plano N° 13 de Capacidad Portante de Suelos para determinar las zonas que se muestra.

Se ha confeccionado el mapa de curvas de valor de esfuerzo admisible para la cimentación típica considerada, el resultado se muestra a continuación y en el se puede tener un valor aproximado de este parámetro en cualquier punto de la ciudad gracias a la interpolación automática realizada por el programa de computo utilizado.

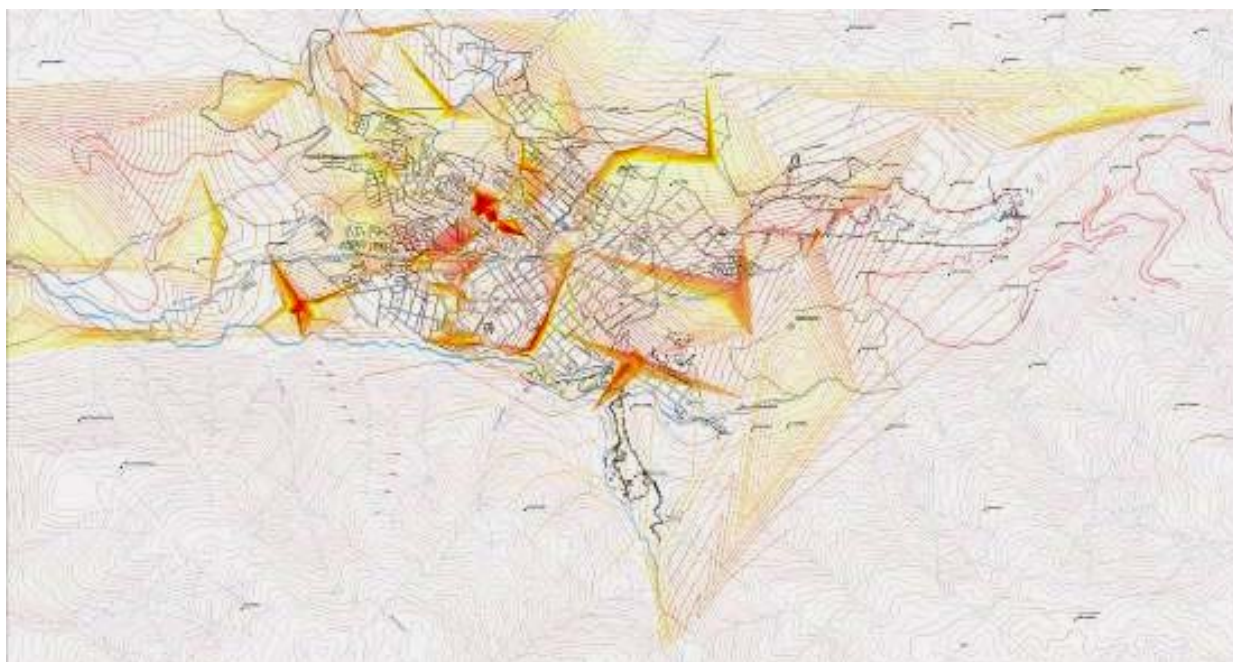


Figura GT – 03: Mapa temático de curvas de esfuerzo admisible para la ciudad de Abancay.

No se indican los valores de capacidad de carga correspondientes a cada curva debido a que pueden ser mal utilizados para proyectos cuyas condiciones de cimentación no corresponden a las usadas para el presente estudio, sin embargo los rangos de esfuerzo admisible pueden inferirse de la tabla G-8 y G-9 del presente título.

Esta presentación no permite distinguir con claridad las zonas de mayor o menor capacidad portante con claridad, puesto que la presencia de algún punto con resistencia atípica genera toda una familia de curvas que no responden a la tendencia real de capacidad de carga en el sector, sin embargo se persiste en presentar el plano en el estudio debido a que es una etapa de trabajo para la obtención de mapa de capacidad portante por contornos que se ha elaborado. El mapa temático que se menciona se muestra a continuación, en él se han demarcado con colores los sectores de capacidad portante alta, media y baja.

Los colores empleados son:

- Naranja: Capacidad de carga alta.
- Rosado: Capacidad de carga media
- Verde: Capacidad de carga baja.

En este caso también por motivos de seguridad se ha omitido indicar los rangos de esfuerzo admisible que corresponden a esta clasificación. Se recuerda que los cálculos de capacidad portante del suelo han sido realizados para un tipo de cimentación específico que se indica en el título correspondiente, y varían si son aplicados a otros tipos de cimentación, de otras dimensiones y fundamentalmente otra profundidad. Mas que proteger la responsabilidad del autor se pretende evitar que se perjudiquen los propietarios que podrían verse tentados a usar estos datos y no realizar un estudio de suelos para cada proyecto de acuerdo a reglamento.

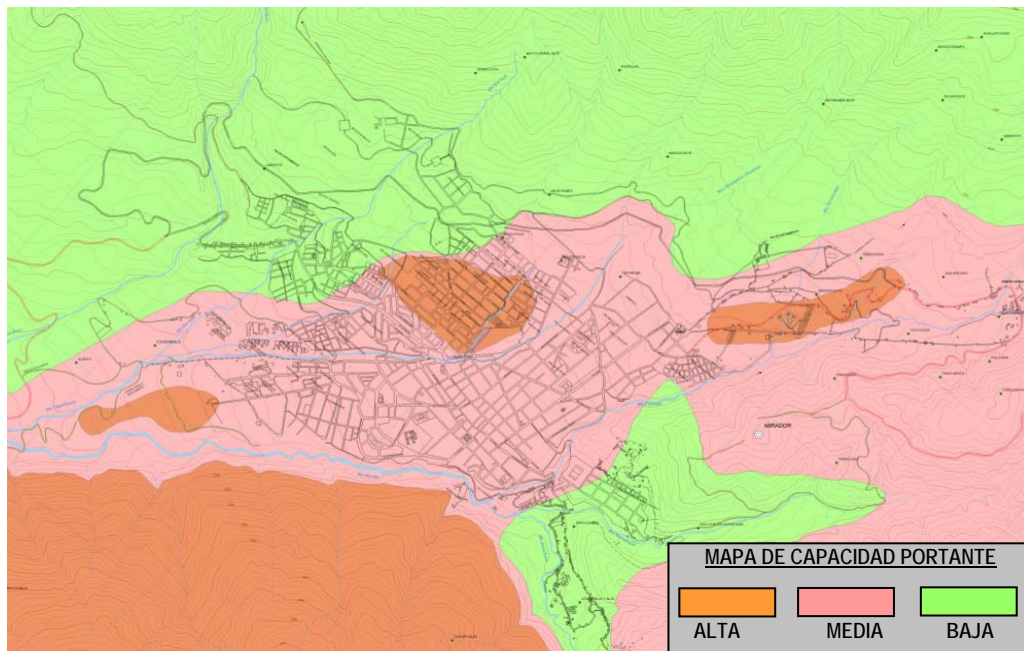


Figura GT – 04: Mapa temático de capacidad portante .

Se aprecia que se presentan materiales de buena resistencia en 3 sectores de la ciudad y en la ladera rocosa del cerro Misauyarina y Wiracochapata y las zonas de baja resistencia en todas las laderas Norte y entre los sectores de Mirador y Aymas.

Es importante aclarar que en general no se ha encontrado suelos de muy baja resistencia en Abancay. Los materiales coluviales que predominan son en general de alta resistencia. Esta afirmación se ratifica con la existencia de laderas empinadas y cortes verticales muy altos, que de ser el suelo de baja resistencia no podrían mantenerse en pie.

## 5.5 DESLIZAMIENTOS DE TALUDES.

Estado de actividad: describe lo que se conoce sobre la ocurrencia y el tiempo del movimiento. El estado de actividad puede confundirse con el parámetro de velocidad, puesto que es obvio que si se puede reconocer una tasa de movimiento, es porque el deslizamiento está activo o reactivado, sin embargo es útil para describir el estado anterior al momento en que ocurriera el evento. Por ejemplo, si se habían tomado medidas o si había estado inactivo. Si no se tiene conocimiento sobre el comportamiento previo se debe clasificar el evento como activo. A continuación se describen los diferentes estados de actividad.

- **Activo:** Es un movimiento de vertiente que está ocurriendo en la actualidad. Incluye el primer movimiento y reactivaciones.
- **Suspendido:** Movimiento que se ha activado en los últimos 12 meses durante las temporadas invernales pero que no está activo en el momento.
- **Reactivado:** Movimiento que está nuevamente activo después de estar inactivo por un tiempo.
- **Inactivo:** Movimiento que lleva varios períodos de lluvias sin actividad (no se ha movido en los últimos doce meses). El movimiento inactivo puede subdividirse en dormido y abandonado según la presencia o desaparición de factores detonantes.
- **Dormido:** Es un movimiento inactivo que puede reactivarse en cualquier momento por las mismas causas o por causas distintas (presencia de un río, deforestación continuada, explotación de materiales, etc.).
- **Abandonado:** Es un movimiento inactivo que ya no está afectado por las causas que lo originaron (por ejemplo, cambio del cauce de un río que originó movimientos por socavación de orillas).
- **Estabilizado:** Cuando se han realizado obras para mitigar el proceso erosivo (muros de contención, anclajes, revestimientos, trincheras, etc.)
- **Relicto:** Es la cicatriz de un deslizamiento que se produjo bajo condiciones climáticas o geomorfológicas diferentes a las actuales.

### 5.5.1 TIPOLOGÍA DE DESLIZAMIENTOS.

En la zona estudiada se ha reconocido distintos tipos de deslizamientos por lo que se considera necesario hacer mención de algunas de las clasificaciones más importantes.

En este tema son los aportes de Varnes los que más frecuentemente se encuentran en la bibliografía disponible y se muestran a continuación.

Tabla: GT - 11. - Movimientos de masa según la velocidad

CLASE	DESCRIPCIÓN	DESPLAZAMIENTO TÍPICO	PODER DESTRUCTOR PROBABLE
7	Extremadamente rápido	Más de 5 m/seg.	Catástrofe de mucha violencia, edificios destruidos por la violencia del material desplazado, muchas muertes, evacuación improbable.
6	Muy rápido	3 m/min	Pérdida de algunas vidas, velocidad demasiado alta como para alcanzar a evacuar a todas las personas
5	Rápido	1.8 m/h	Evacuación posible, estructura y bienes destruidos
4	Moderado	13 m/mes	Pueden mantenerse algunas estructuras resistentes
3	Lento	1.6 m/año	Se pueden llevar a cabo algunas obras que mitiguen el movimiento, y hacerle mantenimiento preventivo a algunas estructuras
2	Muy lento	16 mm/año	No afecta algunas estructuras permanentes
1	Extremadamente lento	Menos de 16 mm/año	Imperceptible sin instrumentos adecuados

(Cruden & Varnes, 1996)

En el caso de la ciudad de Abancay, se aprecian que han ocurrido y podrían ocurrir todos los tipos de movimientos:

- Un deslizamiento con flujo de lodo y piedras como el que podría generarse por desembalse de la laguna de Uspaycocha o un embalse i desembalse por deslizamiento en el sector de Ccocha o Aimas, alcanzaría la denominación de extremadamente rápido
- Los deslizamientos laterales a estas quebradas caen dentro del tipo denominado Rápido a Muy rápido
- El que se produce en el sector de Moyocorral- Limapata y que se manifiesta visiblemente en el barrio de FONAVI pasa por una etapa de Extremadamente lento pero podría pasar a las denominaciones de muy lento o Lento en caso de que coincidan efectos desestabilizantes como son sobrecargas al suelo o incremento del nivel freático.

### 5.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Esto se refiere a la manera como el movimiento de vertiente se extiende en diferentes direcciones.

- **Alargándose:** Si la superficie de falla se extiende en la dirección del movimiento agregando continuamente material desplazado.
- **Regresivo:** Cuando la superficie de ruptura se extiende en la dirección opuesta al desplazamiento.
- **Ampliándose:** Cuando la superficie de falla se extiende hacia las márgenes laterales aumentando el volumen del material desplazado.
- **Confinado:** Movimientos que tienen un escarpe visible pero en los que no se observa superficie de falla en el pie del movimiento
- **Disminuyendo:** Cuando el volumen de material desplazado disminuye con el tiempo y en el que no se observa una dirección clara.
- **Moviéndose:** Cuando no se observa movimiento en la superficie de falla aparte del material desplazado.

Los deslizamientos producidos en la zona en estudio son en general de tipo regresivo y el de Ccocha Pumaranra tienen una tendencia a Ampliarse lateralmente como se aprecia en la fotografía 36 del presente estudio.

### 5.5.3 CAUSAS DE LOS MOVIMIENTOS DE VERTIENTE

Un deslizamiento puede deberse a múltiples razones de tipo climático o antrópico, que dan lugar a una confluencia de factores que desencadenan el desastre. En términos generales las causas de los deslizamientos incluyen condiciones del suelo, procesos físicos e influencia humana.

A continuación se muestran algunos de los factores detonantes o causantes.

Tabla: GT - 12. - Factores detonantes de los movimientos de vertiente

Condiciones del Suelo (material)	Procesos Geomorfológicos	Procesos Físicos	Influencia humana
Plástico: se deforma con facilidad sin fracturarse	Levantamiento tectónico	períodos de lluvia cortos e intensos	excavación de la ladera o de la base
Sensible: suelos muy intervenidos, con poca cobertura vegetal, muy susceptibles a la erosión.	Erosión fluvial (Socavación de orillas que le quita apoyo a la vertiente)	fusión de nieve	carga en la ladera o en la parte superior (vegetación, depósitos de otros movimientos o de construcciones, llenos, pozos sépticos, etc.)
Colapsable: no resiste pesos adicionales y puede colapsar	Erosión por olas	periodos de lluvia prolongados	sistemas de riego
Meteorizado: el material está muy oxidado	Erosión subterránea	crecimiento de ríos, altas mareas o rompimiento de presas naturales	mal mantenimiento de los sistemas de drenaje
Fallado: que presenta fallas superficiales o profundas		terremotos	
Discontinuo: que presenta fallas, fracturas, estratos, etc.	Pérdida de vegetación	erupciones volcánicas	deforestación
Permeable: que absorbe agua			minería
			vibración artificial (maquinaria, tráfico)

(Cruden & Varnes 1996)

## 5.5.4 FACTORES DESENCADENANTES.

### 5.5.4.1 AGUA.

El agua influye de diversas maneras en la estabilidad de los taludes, sus efectos negativos son muchos pero tiene algunos efectos positivos.

#### Efectos negativos del agua.

- Incrementa el peso propio de la masa de suelo.
- Disminuye la cohesión (ablanda)
- Disminuye el ángulo de fricción interna del suelo (función lubricante)
- Incrementa la presión de poros hidrostáticamente, disminuyendo la presión efectiva y por ende la resistencia al corte.
- Aparición del exceso de presión de poros por efecto dilatante en la superficie de falla.
- Fuerzas de filtración en caso de flujo.
- Erosión superficial
- Socavación de la base del talud.
- Licuación en caso de suelos arenosos combinados con sismos.
- Degradación de suelos y rocas por acción química.
- Agrietamiento por acción expansiva del congelamiento
- Agrietamiento por dilatación y contracción producto de variaciones de humedad.

### Efectos positivos del agua.

- Aparición de la succión que incrementa la resistencia del suelo en caso de suelos húmedos no saturados. Este efecto puede ser transitorio pues la resistencia ganada se pierde al saturarse el suelo.

### 5.5.4.2 SISMOS

La influencia de los sismos en la ocurrencia de deslizamientos de tierras ha sido tratada por el Ing. Jean Paul Vargas Atoche y se presenta en el documento titulado "Deslizamientos Inducidos por Sismos y Sus Efectos en Abanicos Aluviales"; en este trabajo indica que sismos pequeños de magnitud 4.0 pueden activar deslizamientos y sismos grandes pueden activar decenas de cientos de deslizamientos en grandes áreas. Los casos más abundantes registrados son los de los tipos: caídas de rocas, bloques fracturados, flujos de tierra. En el Perú la ocurrencia de deslizamientos asociados a sismos es muy alta.

### 5.5.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Para el cálculo de estabilidad se eligió un método simple (Método de las Rebanadas) puesto que lo aproximado de los datos no justifica el empleo de métodos más sofisticados. Este método comienza con el trazo de superficies de deslizamiento hipotéticas en la sección transversal de la ladera, en ellas se trazan líneas verticales que dividen la posible masa deslizada en rebanadas luego se realiza el cálculo de los siguientes datos para cada rebanada:

Área	$A = b \times h$	b y h son el ancho y altura de la misma.
Peso	$W = A \times \gamma$	$\gamma$ es la densidad del suelo en estado natural.
Componente Normal:	$N = W \cos \alpha$	$\alpha$ es la inclinación de la base de la dovela
Componente Tangencial:	$T = W \text{ Sen } \alpha$	
Fuerza resistente en la base:	$S = cL + N \tan \phi$	En este caso "c" y $\phi$ son la cohesión y ángulo de fricción interna del suelo, L la longitud de la base de la dovela

Factor de Seguridad:  $FS = \Sigma S / \Sigma t$

Este factor de seguridad se interpreta de la siguiente manera.

FS < 1 ....	Talud inestable (falla)
FS = 1 ....	Talud en equilibrio (inseguro)
FS < 1 pero > 0.5	Talud estable pero inseguro.
FS > 1.5	Talud estable y seguro.

Otra interpretación del factor de seguridad es referida a la velocidad del desplazamiento:

FS > 1.5	Talud inmóvil, no se presentan desplazamientos.
FS = 1 a 1.5	Pueden presentarse ligeros desplazamientos, fisuras en las casas.
FS = 0.9 a 1.0	Movimientos lentos, cm al año.
FS = 0.8 a 0.9	Movimientos grandes pero no violentos.
FS = 0.6 a 0.8	Falla rápida, puede ser violenta.

En cada talud se evalúan superficies de falla circulares, pero por la condición de los suelos que son de comportamiento mecánico mixto (cohesivo friccional) se ha empleado falla parabólicas que son más adecuadas para suelos heterogéneos.

Se consideró 4 casos para el cálculo:

01) Estabilidad del talud en estado actual.

02) Estabilidad con sismos de 3 magnitudes.

a = de 0.1g correspondiente un sismo frecuente

a = de 0.2g correspondiente al un sismo severo y poco frecuente

a = de 0.3g correspondiente al un sismo catastrófico muy raro.

03) Estabilidad de talud saturado

Saturado sin presión de poros.

Con presión igual al 5% del alto de la dovela máxima en la superficie de falla.

Con presión igual al 10% del alto de la dovela máxima en la superficie de falla.

Con presión igual al 20% del alto de la dovela máxima en la superficie de falla.

04) Estabilidad del talud con falla progresiva.

Este último análisis es novedoso y considera el modelaje paso a paso de la propagación de la grieta desde la parte superior del talud una dovela a la vez considerando en el cálculo de la fuerza resistente el estado intacto o remoldeado del material según sea el caso.

#### **5.5.5.1 COMENTARIOS DEL CÁLCULO REALIZADO.**

Por motivos de espacio en las tablas se ha empleado siglas de los taludes analizados estos son:

- Ccocha Pumarana	CCH
- Urb. FONAVI, sección 01	FN-I
- Urb. FONAVI, sección 02	FN-II
- Moyocorral sección Estudio Ing. Gomez	MY-G
- Moyocorral sección propia	MY
- Aymas	AY
- Huayllabamba	HB
- Antabamba	AB
- Condebamba	CB

En las secciones indicadas se ha analizado varias superficies de falla, reportándose solamente las que resultan más críticas.

#### **5.5.5.2 ANÁLISIS NORMAL (FALLA GENERAL - HUMEDAD NATURAL)**

El factor de seguridad en el estado actual normalmente debe resultar mayor que la unidad puesto que el talud está en pie al momento del estudio. Si hay valores menores implica que en el interior se tienen materiales más resistentes que los que se ha ensayado durante los estudios. Para valores próximos a la unidad puede tratarse de imprecisiones del estudio en sus distintas etapas.



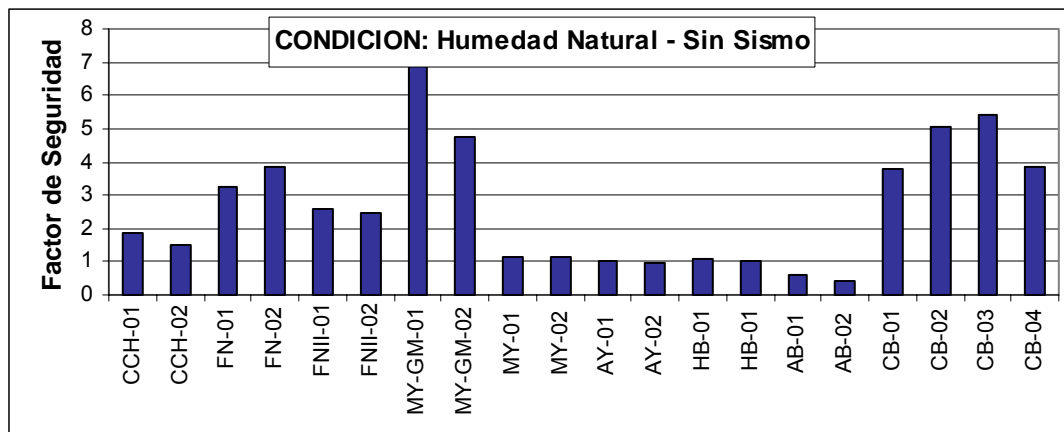


Figura GT - 05.- Diagrama de factores de seguridad en condición normal

El cuadro que se muestra indica que los taludes de Antabamba son los únicos que presentan un factor de seguridad inferior a la unidad para esta condición. Esto implica que las propiedades de los suelos a mayor profundidad son mayores que las analizadas en ensayos de campo o laboratorio. En el resto de casos el factor de seguridad es mayor que 1 por lo que se considera que los taludes son estables.

### 5.5.5.3 ANÁLISIS CONSIDERANDO SISMO

Los sismos posibles en la zona pueden ser nominados como leves, fuertes o muy severos, siendo la máxima aceleración sísmica que le corresponde ligeramente inferior a 0.3g de acuerdo a los estudios de sismicidad recopilados que se muestran en el presente informe, por lo que se ha estimado que a las denominaciones de leves fuertes y muy severos les corresponde aceleraciones sísmicas de 0.1, 0.2 y 0.3g respectivamente. Asimismo de la historia sísmica evaluada se considera que los sismos leves son frecuentes en la zona (1 cada 20 años), los fuertes son raros (1 cada 100 años) y a los muy severos les corresponde la denominación de extraordinarios (1 cada 300 años). Por consiguiente.

- Los taludes cuyo factor de seguridad resulta inferior a la unidad con sismo de 0.1, pueden fallar con un sismo leve como los que se registra frecuentemente.
- Los taludes cuyo factor de seguridad resulta inferior a la unidad con sismo de 0.2, pueden fallar con un sismo fuerte cuyo periodo de retorno es de 100 años
- Los taludes cuyo factor de seguridad resulta inferior a la unidad con sismo de 0.3, pueden fallar con un sismo cuyo periodo de retorno es de 300 años.

Para el análisis con sismo se ha incluido al método de las dovelas una fuerza horizontal correspondiente a la inercia de la masa, el valor de esta fuerza es:

$$H = W \cdot a \quad \text{Donde: } W = \text{Peso de la rebanada} \quad a = \text{Aceleración sísmica.}$$

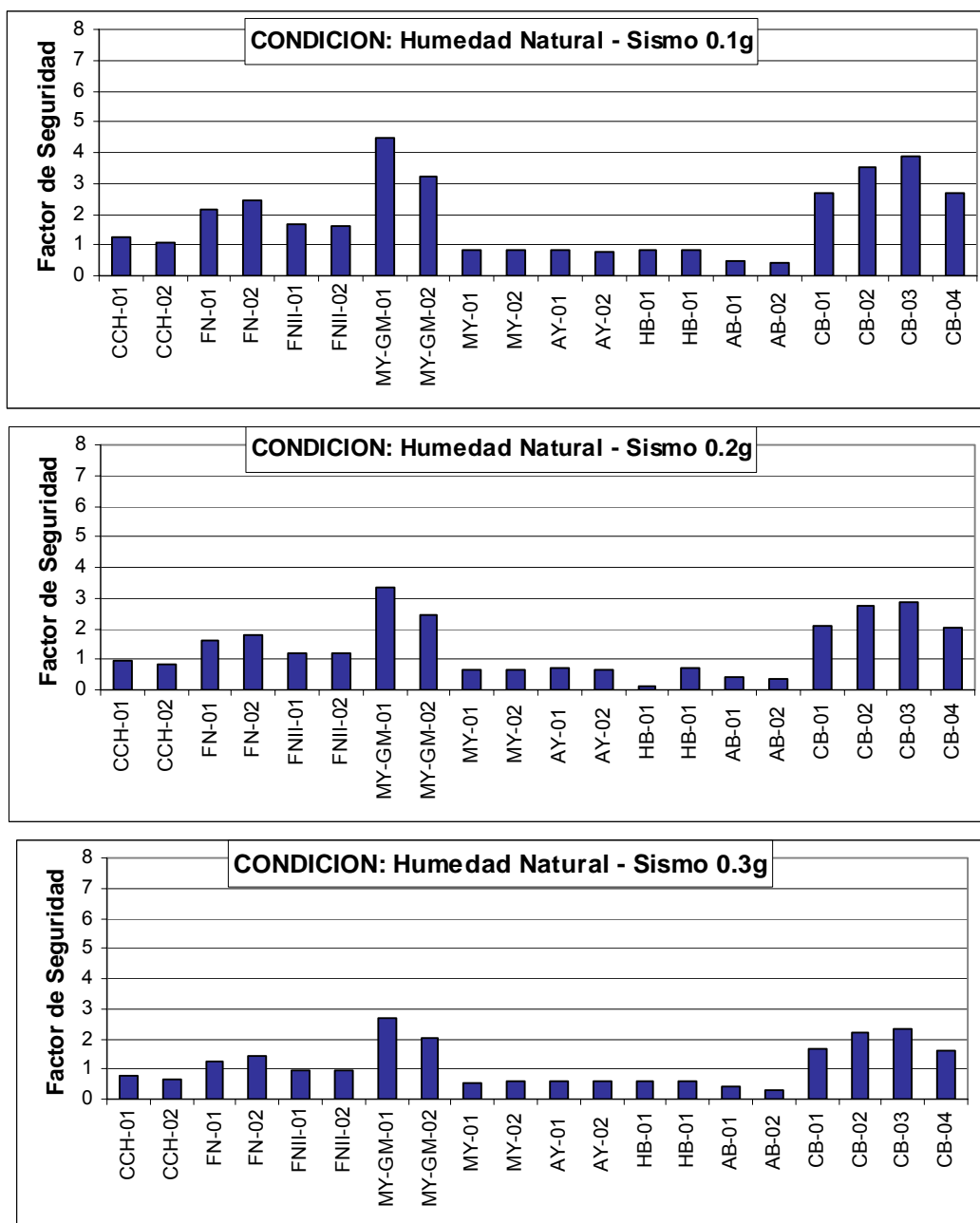


Figura GT - 06.- Diagramas de Factor de Seguridad con sismos de diferentes grados.

Los resultados presentados en los diagramas de barras provienen de la tabla resumen que se muestra a continuación. Los análisis completos se presentan en el anexo correspondiente.

Tabla: GT - 13. - Factores de seguridad analizados para aceleraciones sísmicas.

	CCH-01	CCH-02	FN-01	FN-02	FNII-01	FNII-02	MY-GM-01	MY-GM-02	MY-01	MY-02	AY-01	AY-02	HB-01	HB-01	AB-01	AB-02	CB-01	CB-02	CB-03	CB-04	
<b>a</b>																					
0	1.84	1.51	3.25	3.86	2.56	2.46	7.03	4.73	1.16	1.14	1.02	0.95	1.06	1.03	0.58	0.45	3.80	5.07	5.43	3.83	
0.1	1.28	1.07	2.16	2.47	1.66	1.62	4.48	3.22	0.84	0.86	0.85	0.80	0.86	0.84	0.50	0.39	2.69	3.55	3.91	2.66	
0.2	0.98	0.82	1.61	1.80	1.22	1.21	3.32	2.46	0.65	0.68	0.72	0.67	0.71	0.69	0.44	0.33	2.07	2.74	2.89	2.03	
0.3	0.80	0.67	1.27	1.42	0.96	0.96	2.66	2.01	0.53	0.57	0.61	0.57	0.60	0.58	0.39	0.29	1.69	2.23	2.30	1.64	

En estos gráficos y tablas se puede ver que para los taludes de Abancay, el sismo tiene un efecto importante, estando en riesgo de presentar desplazamientos:

- Con un sismo leve los taludes de Moyocorral, Aymas, Huayllabamba y Antabamba.
- Con un sismo severo Ccocha pumaranra, Moyocorral, Aymas, Huayllabamba y Antabamba.
- Con un sismo extraordinario quedarían sin desplazamientos los de Condebamba.

Sin embargo la posibilidad de falla violenta se da en los taludes de:

- Antabamba incluso para sismos leves.
- Aymas y Huayllabamba solo en caso de sismos severos.
- Ccocha Pumaranra podría volver a colapsar en caso de un sismo extraordinariamente fuerte.

#### 5.5.5.4 ANÁLISIS CON EFECTOS DEL AGUA

Esta condición considera en todos los casos que el peso específico del suelo se ha incrementado por saturación, la condición de que se presente presión de poros en el interior del suelo.

Es análisis incluye las siguientes variables.

$$W = A \times \gamma_{SAT} \quad N' = W \cos \alpha \quad S = cL + N' \cos \alpha$$

Si el factor de seguridad es menor que la unidad para el análisis con  $\mu=0$  (talud saturado pero sin flujo) implica que el talud fallará con temporadas de lluvias normales luego de que se produzcan precipitaciones fuertes.

Si el factor de seguridad es menor que la unidad para el análisis con  $\mu=5\%H$  (presión de poros igual a 5% de la dovola máxima sobre la superficie de falla) implica que el talud fallará con precipitaciones extraordinarias y condiciones de repetición de lluvias fuertes en el mismo sector en días consecutivos o precipitaciones de prolongada duración.

Se ha verificado casos con mayor altura de carga sobre el plano de falla ( $\mu= 10$  y  $20\%$ ) y es para los casos en que se tienen materiales con drenaje pobre o agrietamiento que favorece la infiltración de grandes cantidades de agua hacia la superficie de falla.

Tabla: GT - 14. - Factores de seguridad con agua.

	CCH-01	CCH-02	FN-01	FN-02	FNII-01	FNII-02	MY-GM-01	MY-GM-02	MY-01	MY-02	AY-01	AY-02	HB-01	HB-01	AB-01	AB-02	CB-01	CB-02	CB-03	CB-04
<b>Agua</b>																				
0	1.68	1.40	3.22	3.80	2.53	2.43	6.12	4.15	1.11	1.07	1.00	1.49	1.05	1.02	0.53	0.42	3.77	5.01	5.97	3.80
5%Hmax	1.65	1.37	3.12	3.68	2.46	2.36	6.06	4.11	1.08	1.04	0.95	0.88	0.99	0.97	0.51	0.40	3.68	4.92	5.85	3.70
10%Hmax	1.62	1.34	3.02	3.56	2.38	2.29	6.00	4.08	1.05	1.02	0.90	0.82	0.94	0.93	0.49	0.38	3.60	4.84	5.73	3.61
20%Hmax	1.56	1.28	2.82	3.31	2.22	2.15	5.89	4.00	0.99	0.97	0.80	0.72	0.84	0.83	0.46	0.33	3.44	4.66	5.49	3.42

De los resultados obtenidos se puede observar que:

- Por el simple efecto de saturación Moyocorral Aymas y Huayllabamba pueden presentar agrietamiento en las viviendas, pero Antabamba puede fallar violentamente.
- Ante condiciones severas y extraordinarias de acumulación de agua en el suelo los taludes en Aymas podrían también presentar falla violenta.
- Aparentemente los taludes de FONAVI están más estables y es la condición de sismo la que podría producir nuevos desplazamientos.

A continuación se presentan los diagramas resumen de los análisis de estabilidad de taludes realizados en todos deslizamientos priorizados en la zona, para diferentes condiciones de saturación y flujo de agua.

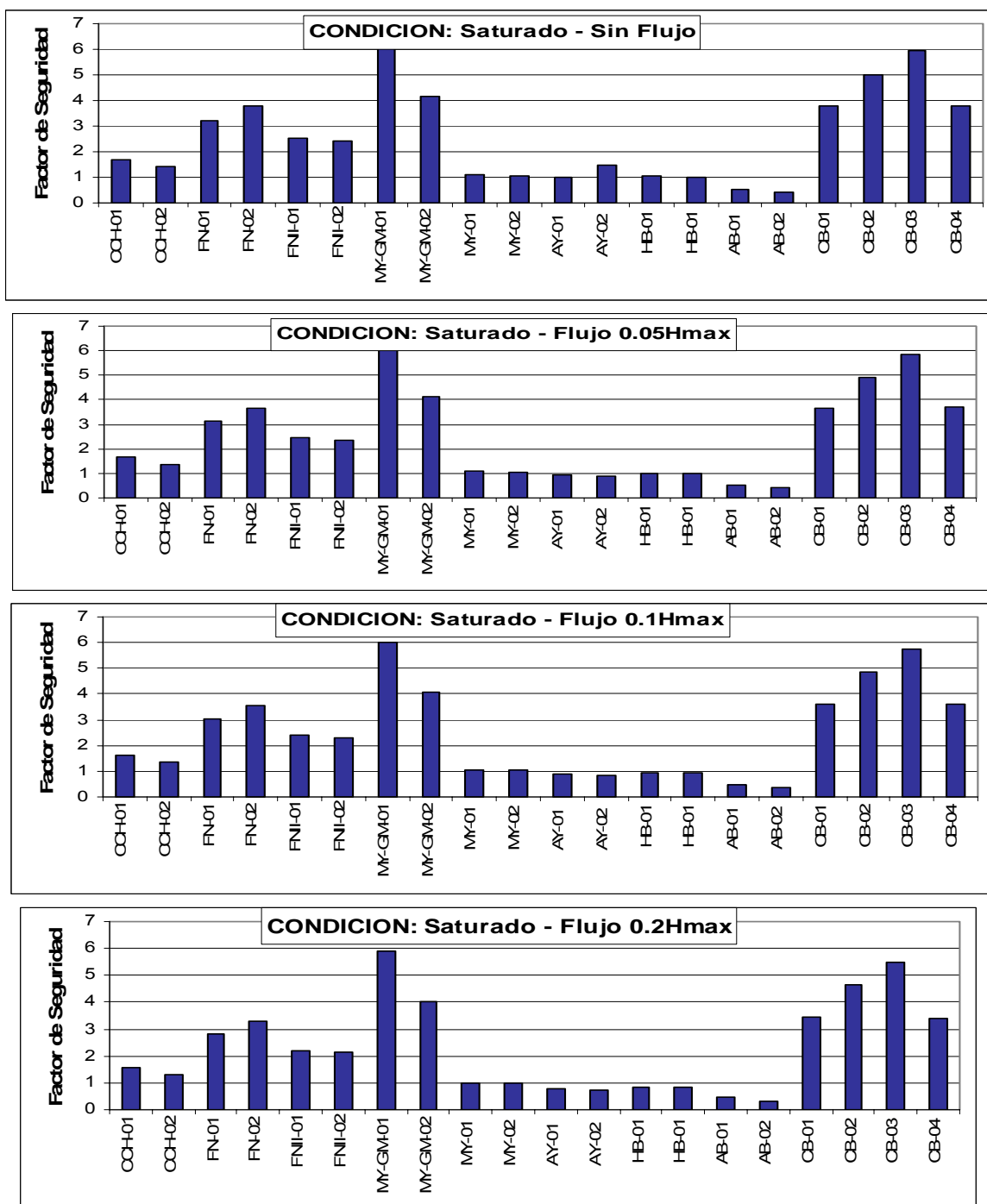


Figura GT -07.- Diagramas de factor de seguridad considerando flujo de agua.

Los diagramas de barras confeccionados muestran que los análisis teóricos indican que la influencia del agua es baja para la estabilidad de taludes, esto implica que será produzca los deslizamientos mas frecuentes en la zona.

No se ha considerado el cálculo combinado con los efectos de sismo y flujo, puesto que las probabilidades combinadas resultan excesivamente pequeñas.

### 5.5.5.5 ANÁLISIS CON FALLA PROGRESIVA

Este análisis que como ya se dijo considera la propagación del la falla o grieta en el talud incluye los siguientes pasos:

- Si la fuerza actuante "T" en la primera dovela superior es mayor que la resistencia del suelo "S", la falla se inicia en esta dovela formándose una grieta y una zona con el suelo remoldeado; por esta razón debe calcularse nuevamente la resistencia pero esta vez con los parámetros residuales de resistencia. Siendo este valor "Sr" aún menor se tiene que aparece una fuerza remanente "T-Sr" que se traslada a la siguiente dovela.
- Se realiza el cálculo en la siguiente dovela bajo el mismo criterio pero considerando en ella la fuerza que le transmite la dovela anterior. Así se continúa hasta la base del talud.
- Las últimas dovelas tienen menor pendiente en la base por lo que tienden a disminuir las fuerzas remanentes, aportando mayor fuerza resistente y menor fuerza actuante por lo que el talud puede resultar estable si en la última dovela la fuerza resistente es mayor que la actuante.
- En el caso de que la fuerza actuante sea mayor que la resistente en la última dovela, se tiene el valor de la fuerza desequilibrada en todo el talud. Conociendo la masa del talud así como la fuerza desequilibrada se puede calcular (estimar) la aceleración del deslizamiento y predecir su recorrido para diferentes tiempos.

### 5.5.5.6 ACELERACIÓN Y RECORRIDO DE LA MASA DESLIZADA.

En el análisis que se muestra se da en forma simplificada los desplazamientos que tendría el talud si la fuerza desequilibrada final se mantiene constante durante el proceso del deslizamiento. Esto no es totalmente exacto puesto que al producirse el movimiento, el material deslizado se apoya sobre superficies de diferente pendiente cambiando las condiciones de comportamiento, sin embargo se mantiene dicha suposición para tener datos referenciales.

Tabla: GT - 15. - Desplazamientos en metros a diferentes tiempos del colapso inicial.

	CCH-01	CCH-02	FN-01	FN-02	FNII-01	FNII-02	MY-GM-01	MY-GM-02	MY-01	MY-02	AY-01	AY-02	HB-01	HB-01	AB-01	AB-02	CB-01	CB-02	CB-03	CB-04
t(seg)																				
acelerac.	0.16	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.28	0.54	0.52	0.42	0.38	0.54	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.08	0.10	0	0	0	0	0	0	0.12	0.14	0.27	0.26	0.21	0.19	0.27	0.30	0	0	0	0
10	8	9.8	0	0	0	0	0	0	12	14	27	26	21	19	27	30	0	0	0	0
20	32	39	0	0	0	0	0	0	48	57	108	105	85	76	108	119	0	0	0	0
30	72	89	0	0	0	0	0	0	109	128	243	236	191	170	243	267	0	0	0	0

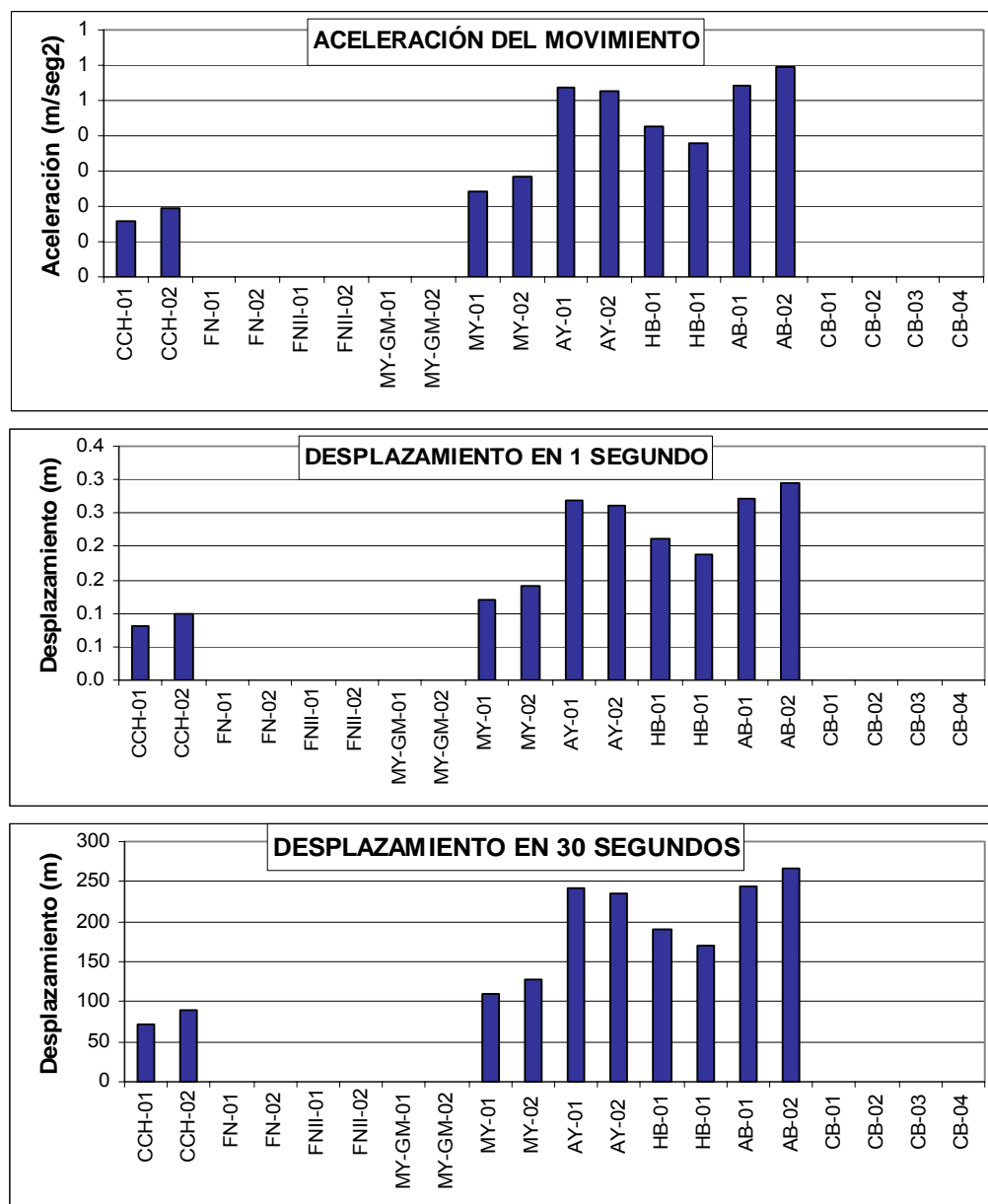


Figura GT -08.- Diagrama que muestra el desplazamiento del talud en diferentes tiempos.

Del análisis de falla progresiva se puede deducir que:

- Solo los taludes de Cochha Pumaranra, Moyocorral, Aymas, Huallabamba y Antambamba podrían presentar falla total.
- Los desplazamientos en estos taludes podrían llegar a ser tan rápidos que no darían tiempo a los habitantes del sector a escapar.
- Sin embargo queda desestimada la posibilidad de falla violenta en los sectores habitados de la ciudad como FONAVI y Condebamba.

### 5.5.6 MAPA DE DESLIZAMIENTOS

El mapa de deslizamientos (Mapa N° 15) incluye muchos de los fenómenos de geodinámica registrados en diversos estudios realizados así como los observados y registrados por el especialista en geología del presente proyecto, Ing. Ruperto Benavente y por el que suscribe Ing. Carlos Fernández Baca Vidal especialista en Geotecnia.

La principal fuente utilizada para ubicar de estos fenómenos es el documento “Estudio de Riesgos Geodinámicos de la Ciudad de Abancay” elaborado por el Ing. Aurelio Serrano Gómez y que fue presentado en el Seminario Internacional de Microzonificación de Seguridad de Sistemas de Servicios Públicos Vitales, realizado en Lima, el 23 de Agosto al 07 de Setiembre de 1990. Otras fuentes son los reportes elaborados por Ing. D. Apaza, Ing. J. C. Gómez A. e Ing. H. Sobrevilla R., anteriormente mencionados.

#### **5.5.6.1 DESLIZAMIENTOS - ANTECEDENTES**

En la bibliografía consultada se hacen referencia de huaycos importantes que causaron grandes daños y pérdidas de vidas humanas como los que se citan a continuación.

- Huayco de 1951
- Tamburco Febrero de 1975
- Quebrada Ñacchero (Marzo - 1986)
- Derrumbes frecuentes en la Carretera Abancay Cusco.

Sin embargo es posible que existan muchos otros casos no reportados en el ámbito tecnológico Nacional y que se olvidan rápidamente, como es el caso de los frecuentes desbordes que se producen en la quebrada de Ullpahuayco y otros.

Los derrumbes en la carretera, muy frecuentes hasta el año 2000, ya no se producen debido a la gran inversión realizada en obras de estabilización que terminaron con el asfaltado de este tramo, los trabajos de construcción de drenaje superficial (cunetas de coronación) drenaje profundo así como muro de contención y pantallas ancladas han eliminado casi por completo este peligro, sin embargo todas las obras son perecibles por lo que al colmatarse los drenes, erosionarse los canales, degradarse el concreto, pueden esperarse nuevos periodos de derrumbes y deslizamientos. Una labor de control del estado de estas obras permitirá tener una idea de la inminencia de estos derrumbes y estar preparados para mitigar sus efectos.

Los antecedentes más próximos en el tiempo y por consiguiente los que motivan de modo más intenso la preocupación en la seguridad de Abancay son:

- El deslizamiento de Ccocha - Pumaranra (18/02/1997)
- El fenómeno de reptación que afecta a las urbanizaciones FONAVI, Limapata y San Luís Baja (1990 a la fecha).
- Deslizamiento en el sector de Cconchopata - Aimas (29/07/2005).

Sin embargo la naturaleza coluvial observada en los enormes cortes naturales que se evidencian a lo largo del río Mariño muestran que se han producido en tiempos remotos grandes deslizamientos que han cubierto todo el área que ocupa la ciudad en numerosas oportunidades, que pueden diferenciarse por la alternancia de materiales en el perfil vertical, unos tienen origen en las quebradas que bajan del Nevado Ampay y otras provienen de la quebrada del río Colcaqui.

#### **5.5.6.2 SECTORES CRITICOS**

Producto de la superposición de la información recopilada y de la observación directa se ha elaborado el mapa de deslizamientos y zonas de peligro geológico-climático de deslizamiento que se muestra a continuación.

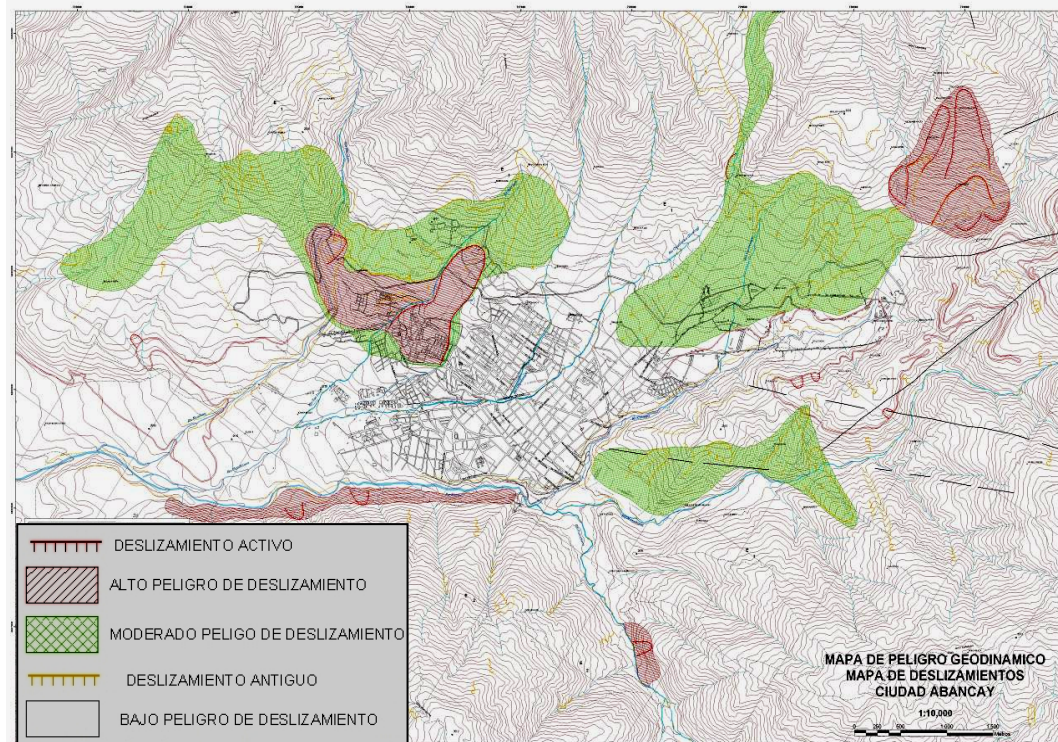


Figura GT – 09 .- Mapa de deslizamientos de Abancay.

En este mapa puede apreciarse que se ha identificado cuatro zonas de peligro alto que corresponden a los sectores de:

- Ccocha – Pumaranra
- Fonavi – Limapata
- Ladera Izquierda del Río Mariño.
- Quebrada de Aimas.

De estas zonas las dos primeras son muy amplias y afectan a zonas actualmente pobladas mientras de las dos siguientes son más pequeñas y afectan a zonas menos pobladas.

Con referencia al deslizamiento de Ccocha-Pumaranra se ha encontrado abundantes referencias periodísticas e informes que se adjuntan a continuación por su importancia directa con el estudio.

### 5.5.6.3 DESLIZAMIENTO CCOCHA - PUMARANRA

Se tienen numerosos informes técnicos y periodísticos con referencia a esta catástrofe, algunos datos pueden parecer contradictorios puesto que son versiones inmediatas a pocas horas o días de su ocurrencia sin embargo se presentan sin correcciones pues ilustran muy bien la magnitud y la realidad sufrida por el pueblo afectado. También puede considerarse como una visión a futuro de lo que podría vivirse cuando se produzca el próximo deslizamiento si no se toman medidas correctivas y de mitigación. El Plan De Prevención y Atención de Desastres de Apurímac proporcionado por INDECI Apurímac indica lo siguiente con referencia a este fenómeno:

“Como antecedente de esta ocurrencia se tiene el deslizamiento de grandes proporciones de flujos de lodo y barro por saturación de agua ocurrido el 18 de



febrero de 1997 en el sector de Ccocha Pumaranra, distrito de Tamburco provincia de Abancay, con daños a la vida humana, heridos, 61 viviendas desaparecidas y varios hectáreas de terreno de cultivo destruidas.

#### 5.5.6.3.1 REPORTE - DESLIZAMIENTO CCOCHA PUMARANRA

##### **Apurímac - Abancay**

El 18 de Febrero a las 04:00 horas se produjo el deslizamiento de unos 300,000 metros cúbicos de lodo y piedra que cubrieron completamente los poblados de Cocha y Puma Ranra, en el distrito de Tamburco, Provincia de Abancay.

El 19 de Febrero a las 20:00/21:00 horas se presentó un nuevo deslizamiento del Cerro Coccha, afectando a la localidades de Queropata, Sanguanay y Siquiabamba. Produciéndose daños personales y materiales, quedando atrapado en su vivienda un anciano de 80 años, quien se habría negado a abandonar su vivienda, sería rescatado en el lapso del día por las Brigadas.

##### **Daños Personales producidos:**

- 51 muertos, 200 desaparecidos, heridos no determinados, con un total de 3,000 damnificados.
- Daños Materiales producidos:
- 60 viviendas destruidas, 500 viviendas afectadas.
- 50 Has. de cultivos afectados, Carretera Huantamayo-Mejorada, afectada en 7 kms. de 234 al 242
- Carretera Tamburco-Queropata afectada en 7 kms.
- Canales de Regadío destruidos

##### **Acciones Realizadas:**

El Ministerio de Salud, envió aproximadamente dos toneladas de medicamentos entre Antibióticos, Soluciones Endovenosas, Sales de Rehidratación Oral, Analgésicos, Antiinflamatorios, tabletas de Cloro, bidones de 20 litros y otros; y realizó las siguientes acciones:

**Atención Permanente:** Se han establecido brigadas permanentes de Atención Médica integradas por un médico, una enfermera y un técnico Sanitario con medicinas e insumos necesarios. Estas Brigadas están ubicadas en Tamburco, Queropata y Km. 30 de la Carretera Abancay-Abancay. En estos lugares se brinda atención Médica integral.

**Atención Médica de Urgencia:** En el caso de Queropata se ha instalado un Centro de atención de emergencia, para asegurar la atención médica oportuna y adecuada a las brigadas de recojo de cadáveres, evacuación, fumigación, seguridad y alimentación.

Salud Mental:

**Brigadas** de personal especializado se encuentra brindando apoyo emocional y en caso necesario tratamiento psicológico y farmacológico a los

sobrevivientes y a los familiares de las víctimas que sufren crisis nerviosas. En especial se encuentran brindando asistencia en el Centro de ubicación de cadáveres, establecido por la Fiscalía y la Policía Nacional para su entrega a los deudos.

### **Salud Ambiental:**

**Agua:** Se han distribuido 200 bidones de agua clorada de 20 litros, a la población afectada, incluyendo los centros de preparación de alimentos y a las Brigadas de Atención Médica. Asimismo, se ha reforzado el control de la calidad de agua principalmente en los lugares destinados a la población evacuada.

**Saneamiento:** Se han instalado dos letrinas adicionales en las inmediaciones de la plaza de Tamburco y tres en el Centro Educativo y otras en el Km. 30 de la carretera Abancay-Abancay, donde serán reubicadas temporalmente las familias.

**Fumigación:** Cinco Brigadas de Fumigadores iniciaron trabajo en la zona cubierta por el deslizamiento, fundamentalmente para reducir la proliferación de moscas y mosquitos.

### **Acciones de Prevención de Enfermedades:**

**Vacunación:** Se ha reforzado el Programa ampliado de Inmunizaciones para mejorar las ya buenas coberturas alcanzadas por el programa regular, incidiendo en la visita casa por casa y procurando la inmunización con vacunas antihepatitis "B" a los menores de un año y posiblemente ampliarlo hasta los menores de 5 años en las poblaciones afectadas.

La vacunación antitetánica se efectúa a las brigadas de recojo de cadáveres, de liberación de escombros y de atención médica. Se continúa la vacunación antitetánica habitual a las poblaciones en riesgo.

**Control en "ollas comunes":** Personal de salud revisará los centros de preparación de alimentos para verificar que se siguen las normas de higiene y se hará el chequeo médico y de laboratorio a las personas que intervienen en esa tarea.

**IRA y EDA:** Adicionalmente a la atención médica y tratamiento gratuito de estas y otras enfermedades, se realiza la vigilancia epidemiológica para determinar brotes y sus causas y ejecutar las acciones correctivas. Hasta el momento el número de pacientes afectados está dentro de los límites habituales.

### **Cuadrillas de Rescate**

Continúan trabajando en la zona y se evacua a la población ante el peligro de nuevos deslizamientos. Se trabaja con Batallón N° 63 del Ejército en la remoción de escombros, así como con el apoyo de la PNP, Bomberos y los mismos habitantes de la zona.

El INDECI, el Ministerio de Salud, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de la Mujer y otros Sectores, continúan con las operaciones de atención de las emergencias en esta zona.

## **CARETAS.-**

### **EL DILUVIO**

Fotos FRANCISCO RODRIGUEZ

A las 4 de la madrugada, el miércoles 19, un ruido desgarrador quebró el silencio en la campiña de Abancay.



Tres semanas atrás la sequía parecía inminente en el país entero. Ahora, el diluvio es un hecho. En Arequipa y Lima, Tacna y Bagua, Puno y Madre de Dios, los ríos colmados de agua por las persistentes lluvias de las últimas semanas, bajan cargados de ira. Los damnificados, y el número de hectáreas de cultivos perdidas ya suman los miles, pero en ninguna parte la catástrofe ha sido más grande que en Abancay. La semana pasada un huaico cobró la vida de cerca de 350 personas, y la amenaza de una tragedia mucho mayor persiste.

Nancy Ortiz Cóndor, 17. Murió en la zona de Ccocha-Pumaranra junto con otros 350 campesinos. Walter Chipa Camacho, él y sus cuatro hermanos quedaron huérfanos.

JORGE Saavedra Ramírez estaba alegre la tarde del martes 18. Había jugado fútbol, su equipo había ganado y se quedó a beber unas cervezas con sus amigos. Regresó tarde a su casa. Al día siguiente, sin embargo, sería un hombre desgarrado por la naturaleza.

"Eran más o menos las 4 a.m. del miércoles cuando algo me despertó. Lo único que recuerdo es que corría y corría ladera abajo. Me agarré de un árbol y cuando miré hacia atrás ya no había nada. Todo estaba cubierto de barro".

### **En medio de la desolación, un aullido de miedo**

Saavedra, 41, gobernador de Ccocha, fue uno de los dos únicos sobrevivientes del desastre de su comunidad. Ahora sólo le queda un gran dolor. Sepultados bajo toneladas de lodo descansan cerca de 350 vecinos.

En una de las peores tragedias naturales del país, esa madrugada un alud en las faldas del nevado Ampay arrasó las comunidades de Ccocha y Pumaranra, cobró la vida de por lo menos 350 campesinos, y dejó a más de 3,000 damnificados.

Las brigadas de rescate sólo pudieron desenterrar 52 cadáveres.

Ambas localidades, ubicadas al nor-este de la ciudad de Abancay, y a tan sólo 10 minutos de distancia por la carretera, ha puesto en evidencia la gran vulnerabilidad de la capital departamental donde viven 55,000 personas.



Según el Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA), las intensas lluvias están socavando seriamente la resistencia de otras laderas que también rodean la ciudad.

"El IDMA comunicó la posible desgracia una semana antes a las autoridades locales", afirman fuentes de esta institución.

Y es que dos días antes de la tragedia, el lunes 17, un primer huaico en la zona sepultó tres casas. Horas más tarde, Ccocha y Pumaránra serían borrados del mapa.

Tras la tragedia, una brigada integrada de geólogos e ingenieros de la región determinaron que la zona de Ullpuhuayco, así como también en las quebradas de Moyo Corral y Bellavista "se observa la evidencia de reptación de suelos", clara señal de peligro. "La quebrada de mayor riesgo es la de Ullpuhuayco. De ocurrir un deslizamiento provocaría daños en un 40 o 50% de la ciudad", asegura el IDMA.

## **DEFORESTACION Y TRAGEDIA**

La zona crítica está en los límites del Santuario Nacional de Ampay, creada en 1987, y que sus zonas bajas se encuentran pobladas de bosques de intimpa, única variedad arbórea de cunífera de los Andes, y hábitat de venados, tarucas, zorros, pumas y de una gran variedad de aves.

Pero sobre todo, se trataba de una barrera boscosa que protegía a la ciudad del riesgo de desmoronamiento de las pronunciadas laderas.

Arriesgadas labores de rescate. Los caseríos quedaron sepultados bajo 20 metros de lodo. Sólo pudieron rescatarse 52 cuerpos. Hay 300 desaparecidos.

El Santuario consta de tres tipos de suelos. El piso andino, el piso montaña y el piso montaña baja. Es a través de estos suelos que corren grandes cantidades de aguas subterráneas, producto de las lluvias, los deshielos del nevado de Ampay y las filtraciones de las lagunas del Santuario.

En el nevado se localizan tres lagunas: Tornacocha, la más alta; Uspacocha, la de mayor capacidad (500 mil m<sup>3</sup>), y Angoscococha (130 mil m<sup>3</sup>).

El bosque de intimpa atrapaba las precipitaciones e impedía la brusca erosión de las tierras, evitando lamentaciones. Pero según el IDMA, la deforestación de la zona con el propósito de crear nuevas áreas de cultivo y la comercialización de la leña, dejó al descubierto más de 700 hectáreas. Esta es ahora la región del desastre, de donde los cuerpos salen por pedazos y las lágrimas caen al suelo igual que las lluvias, incontenibles.

El Informe Técnico de la Evaluación Geológica de la Zona de Abancay recomienda la construcción de una carretera para lograr tener un control

hidrológico de las lagunas de Ampay, pero para el IDMA esto provocaría mayores desmoronamientos.

Pero el drama de los 3,000 damnificados del distrito de Tamburco, aún no acaba. No hay criterio para la reubicación, afirman algunos, pues siguen en zonas críticas. Y sigue lloviendo.

Geología de la Zona

Evaluación geológica de las montañas que rodean la ciudad de Abancay por el lado norte, efectuada después de la tragedia, afirma que existen indicios preocupantes de inestabilidad de los suelos en tres quebradas que desembocan en la capital departamental.

La zona de Ccocha-Pumaranra, área donde ocurrió el huaico el miércoles 19 en la madrugada. Aún persiste saturación de agua pluvial y subterránea. No se descarta nuevos deslizamientos.

1. La zona de Ullpuhuayco. Presenta riesgos de envergadura para la población. Un huaico podría afectar más del 40% de la ciudad.
2. Zona de Moyo Corral y Bellavista. Existe evidencia de reptación de suelos, afectando toda el área urbana hasta la carretera Abancay-Lima.

La deforestación ha comprometido 700 hectáreas de bosques, los mismos que representaban una barrera de protección contra los huaycos.

## **LLUVIAS CONTINUAS**

Estas lluvias no son flor de un día. Las precipitaciones pluviales han aumentado desde octubre del año pasado en la región sur del país, en especial en el departamento de Apurímac.

Según el ingeniero Félix Cubas, meteorólogo del SENAMHI, éstas han superado los promedios en algunos lugares hasta en un ciento por ciento.

Tal parece que preocupados por la sequía de la región central, que azotó la zona en los meses de noviembre y diciembre, los ojos del país se centraron en esta parte del territorio descuidando la inusual lluvia que caía en Abancay. Actualmente, la preocupación ha llegado también a otras zonas afectadas por las inundaciones, como San Martín, donde los valles que componen este departamento han soportado la intensidad de las lluvias. Similar situación se vive en Puno, Abancay, Huánuco, Arequipa, Tacna e incluso Lima.

En algunos de estos lugares las precipitaciones sobrepasan los valores normales: Huánuco en 87%, Juliaca en 134%, y Sicuani 83%. Según Defensa Civil sólo en San Martín y Puno existen 14,050 damnificados y más de 7 mil hectáreas de cultivo afectadas.

(Informe de Javier Vásquez Estrella).

### **5.5.6.3.2 ANÁLISIS DEL DESLIZAMIENTO CCOCHA - PUMARANRA**

En estos reportes se puede apreciar la magnitud del desastre vivido, tanto desde el punto de vista humano como técnico, se tienen también datos cronológicos y de volúmenes del material caído.

Sobre este deslizamiento también aportan los estudios realizados por el Ing. A. Serrano G, Ing. D. Apaza, Ing. J. C. Gómez A. e Ing. H. Sobrevilla R., ya anteriormente mencionados de los cuales se ha elegido el del Ing. Gómez 1998, para elaborar el extracto que se presenta a continuación pues sirven de base para el análisis propuesto.

Ubicación: Latitud=13° 35' 51" S Longitud=72° 51' 03" , Altitud: 3493msnm  
Causa: Persistente lluvia  
Hora y fecha: Sábado 18 - Febrero- 1997 - 4:00 am.  
Pequeños deslizamientos hasta el Martes 21-Feb-1997  
Masa deslizada: 300,000m<sup>3</sup>  
Área del deslizam: 143,000m<sup>2</sup>  
Material deslizado: Basamento- Areniscas rojas, Estrato: Rumbo E-W, Buz: 40-45°NW  
Llegó a obstruir el cauce del río Mariño.  
Trabajos Campo: Fines de Septiembre inicios de Octubre del 1997.  
Se realizaron 3 perfiles topográficos usando teodolito, 01 longitudinal y 02 transversales, estacados @ 50m  
- Se utilizó una estación sismográfica analógica portátil y se registraron sismos en Moyocorral, Estación ecológica de Ampay y Uspaycocha; registrando pequeños sismos.  
Fallas en el área: 07 Sistemas en el área (3.5Km de radio) todos al norte de la ciudad.  
Origen de los sismos: Las mediciones sismográficas indican que el origen de los eventos últimos son las fallas tectónicas que se ubican al Norte de la Ciudad.

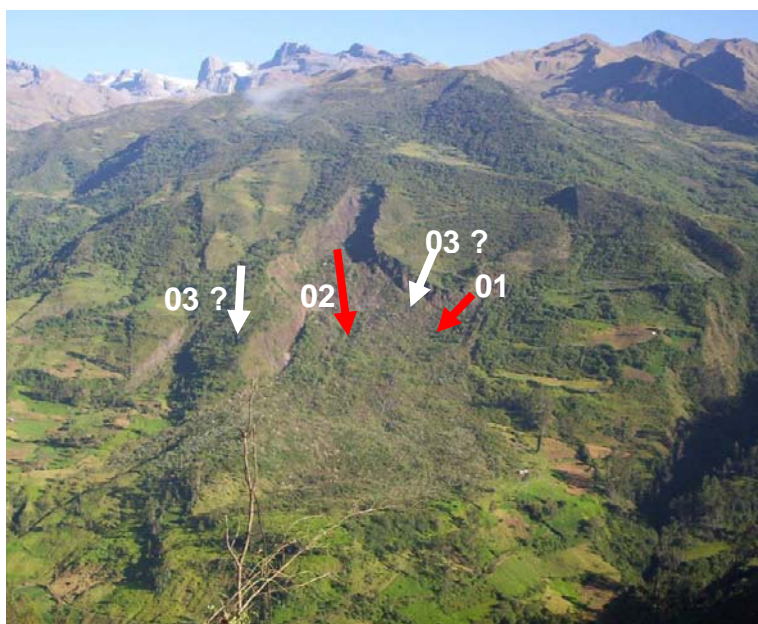


Foto – 35: Con las flechas rojas número 01 y 02 se muestra los dos deslizamientos ocurridos en febrero de 1997, las flechas blancas 03? muestran los posibles deslizamientos futuros.

En la fotografía superior se puede apreciar la textura diferente que presenta el material depositado por el deslizamiento sin embargo los reportes indican que el material provocó un embalse en el río Colcaqui. A la luz de la información disponible se ha recorrido la zona, estudiando el fenómeno al detalle y se ha detectado nuevos taludes inestables que podrían deslizarse con la concurrencia de factores perjudiciales como son las intensas lluvias o un sismo severo.

Al realizar un recorrido por la zona se aprecia que las condiciones del sector siguen siendo similares a las descritas en los reportes del desastre, pues se aprecian afloramientos de agua en la parte inferior, fuerte pendiente y una gruesa capa de materiales sueltos (suelo) y fragmentos de roca arenisca que podrían caer en una tercera fase del fenómeno (considerando que las dos primeras fases del deslizamiento ocurrieron casi simultáneamente en 1997)

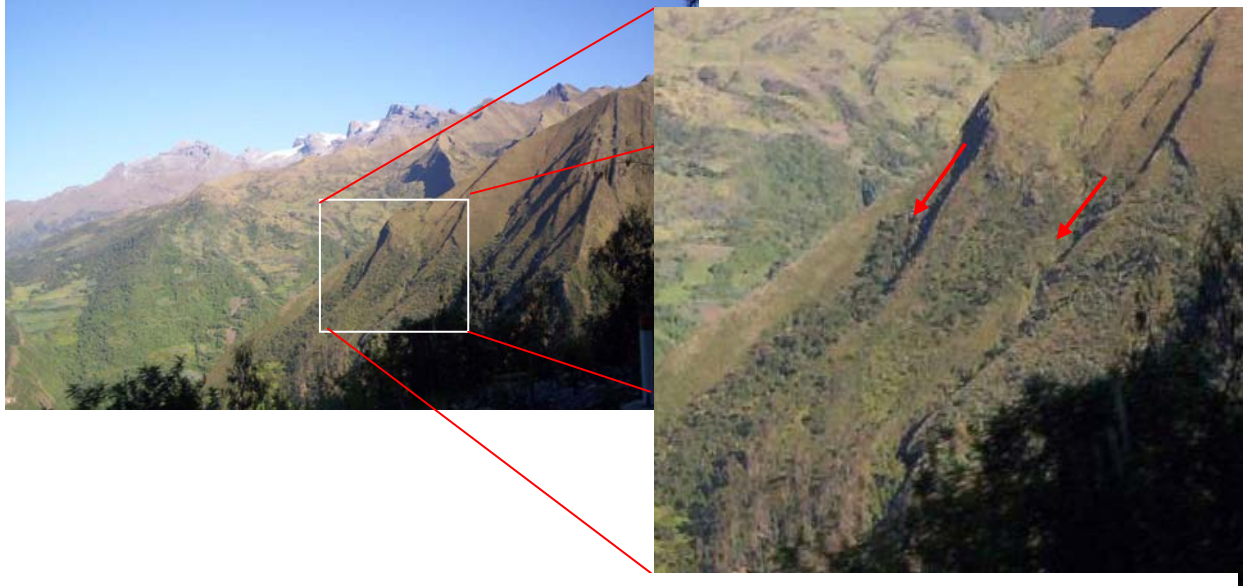


Foto – 36: Vista frontal de deslizamiento Ccocha-Pumaranra en el 2007, se observa la ocurrencia de dos eventos tal como lo mencionan las crónicas y la existencia de materiales sueltos en zonas cercanas que podrían propiciar un deslizamiento similar

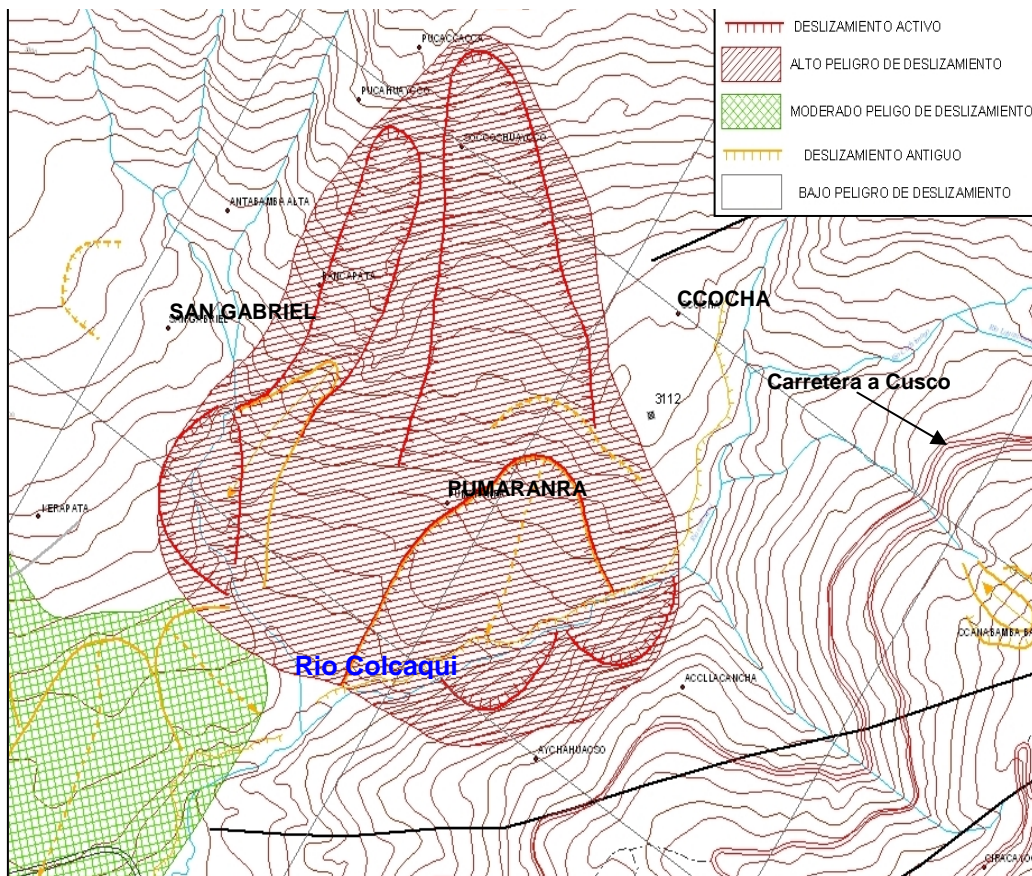


Figura GT – 10: Area de peligro de deslizamientos del sector de Ccocha Pumarranra.

Como se puede ver se han identificado 06 deslizamientos que podrían considerarse como deslizamientos activos (Color rojo) y generan áreas de alto peligro; en el sector se observan numerosos deslizamientos ubicados en el "Estudio de Riesgos Geodinámicos de la Ciudad de Abancay" elaborado por el Ing. Aurelio Serrano que han sido observados y recorridos por el equipo que suscribe el presente informe y son evidentemente inactivos (color amarillo) presentan un riesgo menor pero pueden activarse en caso de que concurran precipitaciones extraordinarias o sismos muy severos por lo que han generado áreas de color verde que implica peligro bajo.

Se muestra los deslizamientos delimitados y las áreas en peligro geológico-climático de deslizamientos en este sector, considerando los deslizamientos ocurridos así como los que podrían deslizarse, estos últimos se encuentran en la parte superior al deslizamiento producido en 1997 y en la ladera al frente.

En el presente título se considera solamente el efecto directo del deslizamiento, es decir, se ha resaltado las áreas que se movilizarían por efecto del deslizamiento, mas adelante se analizará los efectos secundarios del deslizamiento que en este caso pueden ser mucho mas destructivos que los directos, el mas evidente es el posible embalse del río Colcaqui y el subsecuente desembalse que se dirige por la quebrada directamente hacia la ciudad de Abancay.

#### **5.5.6.4 DESLIZAMIENTO FONAVI – LIMAPATA**

La inestabilidad de éste sector es muy conocida en toda la población, puesto que su movimiento es evidente. Sin embargo este deslizamiento tiene características de un fenómeno de reptación ya que sus desplazamientos son continuos y producen la fractura de instalaciones enterradas de agua y desagüe

En el año de 1995 produjeron fallas considerables en las viviendas recién inauguradas del complejo habitacional de FONAVI, esto se toma como una fecha de inicio del fenómeno pero mas bien debe ser entendida como la fecha en que se detecta el movimiento, la ladera pudo estar desplazándose mucho antes pero no existían obras sensibles que hagan visible el movimiento de masa.

Como antecedentes de estudios realizados en este deslizamiento se tienen los efectuados por los Ingenieros Dimas Apaza en 1997 y Juan C. Gomez en 1998.

Ing. Apaza.

- Tipo de movimiento: Reptación.
- Dimensiones: Largo = 1300m, Ancho= 800m, Pendiente = 19% , Volumen total: 8'000,000m<sup>3</sup>
- Actividad: Desde 1980 (Construcción de conjunto FONAVI)
- Causa: Acuífero Fisurado en zona de arranque (Grupo Mitu), Nivel Freático, -2 a -3m en toda el área.
- Infiltración por agua de riego, flujo Norte Sur, Presencia de limos y arcillas saturadas.
- Ensayos de Mecánica de Suelos: Humedad, Límites de Consistencia, Granulometría, Corte directo, y compactación.
- Resultados: w% = 16.72, 17.91, 13.54, 12.41, 17.54, 25.61, 16.42, 33.65
- LL % = 27.7, 28.2, 24.78, 24.27, 25.28, 31.06, 26.04, 34.44
- IP % = ----- , 13.71, 7.94, 10.24, 14.01, 13.26, 13.46, 13.33
- %G/S/F = 14/40/46, 04/68/28, 10/49/41, 03/48/49, 11/37/52, 17/39/44



- $\phi = 20.4^\circ$   $c = 0.45 \text{ Kg/cm}^2$   $\gamma_{D_{\max}} = 1.95$
- Análisis de agua: PH:7.65, Dureza: 378, Sólidos disueltos: 528, Hierro: 0.097, Sulfatos: 36 mg/lit.
- Analisis de estabilidad:  $R = 1500\text{m}$   $L = 1320$ ,  $H_{\max} = 160\text{m}$ ,  $W_{\text{total}} = 284,715$  Tn. FS = 1.35
- $R = 2960\text{m}$   $L = 1320$ ,  $H_{\max} = 85\text{m}$ ,  $W_{\text{total}} = 145,276$  Tn. FS = 1.25
- Conclusión: Los movimientos serán lentos, movimientos violentos son menos probables.
- Recomendación: Tratamiento, estabilización y declaración de intangibilidad e inhabilitación, control y monitoreo a mediano plazo.

Ing. Gomez.

- Tipo de movimiento: Reptación, flujo lento de materiales limo arcillosos, mas dinámico de Diciembre a Marzo, forma terracillas, inclinación de arboles, muros volcados, grietas en muros.
- Observaciones: Agrietamientos de 25 a 35cm y desnivel de 30cm en Caserío Pucapuca.
  - Agrietamientos de 10 a 12cm (existen desde 1986).
  - Terracillas escalonadas, longitud 2 a 3m, alto 25 a 30cm (desde 1990)
- Caserío Pisonaypampa idem.
- Casas caídas, y muros agrietados en A.H. Gilber Urbiola
- A.H. Micaela Bastidas - FONAVI, Asentamientos en terracillas, Muro de concreto armado volcado, Grietas en las viviendas, Afloramiento de agua que sirve de lavandería.
- Ojos de agua: Reporta 5, Aparecidos al rededor de 1990 en distintos sectores de Pisonaypanpa.
- Recomendación: Tratamiento, estabilización y declaración de intangibilidad e inhabilitación, control y monitoreo a mediano plazo.

Se ha encontrado algunas otras menciones del fenómeno que parecen tomar la información reportada en estos dos documentos.

#### 5.5.6.4.1 DAÑOS DE IMPORTANCIA EN LOS AÑOS RECIENTES

Las fotografías que se muestran a continuación son muy similares a las reportadas en los informes citados.



Foto – 37: Vivienda rajada por asentamientos del suelo en el sector de Limapata



Foto – 38: Muros de concreto desplazados en 1997 no muestran movimientos recientes.

Las observaciones realizadas en la fase de campo del presente estudio realizado por los suscritos (Abril a Diciembre del 2006) confirman lo reportado en 1997-1998 y no se

ha tenido mención de mayores daños que sean de magnitud parecida a la reportada.



Foto – 39: Las escaleras que se muestran fueron construidas recientemente sobre material de relleno, los daños no son atribuibles al fenómeno de reptación estudiado.



Foto – 40: La fotografía es idéntica a otras tomadas en 1997, la falla de los muros no progresa en los últimos años.



Foto – 41: Los daños observados son iguales a los observados en informes antiguos.



Foto – 42: Desplazamientos en las juntas de las aceras no se pudo determinar si son recientes



Foto – 43: Aceras con giro horizontal, podrían ser en parte movimientos recientes.



Foto – 44: Grietas de construcciones recientes hechas sobre relleno, no atribuibles al proceso de reptación FONAVI



Foto – 45: Gran desplazamiento en aceras que fueron construidas en línea recta.



Foto – 46: La foto muestra el alineamiento actual de las aceras que fueron construidas en línea recta

Esta última fotografía tiene especial importancia por que permite observar el desplazamiento total en un sector del deslizamiento y se analiza a continuación.

En la base de la foto se aprecia el alineamiento posiblemente inicial de la calle, luego junto a las bolsas plásticas (basura) se aprecia la primera grieta que evidencia un giro a la izquierda, mas allá los bloques de vereda separados por las bruñas han girado todas poco a poco hasta formar una curva.

Llevando el alineamiento del primer tramo de la vereda se ha estimado en campo un desplazamiento relativo de 7m en los 25m de distancia observados. En los tramos siguientes no existen veredas de concreto, la calle es de tierra y con pastos naturales a los bordes que no permiten hacer este tipo de observaciones inmediatas.

Es muy interesante recalcar que la magnitud de los daños observados es igual desde 1995 a la fecha, la información consultada y la visita realizada en ese año por el que suscribe (CFBV) reporta iguales daños.

Esto implica que si bien el movimiento ha sido lento desde el comienzo, casi la totalidad del mismo se concentra en el año de la construcción de FONAVI y meses posteriores 1980.

En los 25 años siguientes se percibe los desplazamientos solamente debido a los daños continuos que se producen en las tuberías de desagüe de la zona. Pero estos

movimientos podrían ser de centímetros al año, mucho menores que los mostrados en 1980 que serían una decena de metros al año.

Este análisis implica una concurrencia de factores que se produjeron en 1980 y que no se dan hasta la fecha, podría ser parte de este cambio de actividad el retroceso de los glaciares que alimentan a las aguas subterráneas, sin embargo no puede descartarse que un cambio en las tendencias actuales que confluyan en una reactivación de los movimientos del proceso de reptación.

El resto del contorno del deslizamiento no es muy definido en el sector pues las zonas agrícolas, y bosques naturales ocultan los desplazamientos menores.

En la zona de San Luís sin embargo se aprecian rajaduras en las edificaciones y abundancia de agua subterránea, siendo el material arcilloso con lo que se ha encontrado que esta zona puede formar parte de la zona inestable lo que la conecta con el deslizamiento que paralizó la construcción de la vía de evitamiento entrando a la quebrada de Ñacchero.

Todos los fenómenos asociados a la inestabilidad de taludes observados por el presente equipo consultor así como los reportados en documentos anteriores han sido planteados en el mapa base del presente proyecto con lo que se elabora un contorno de la zona propensa a deslizamientos, ésta se muestra:

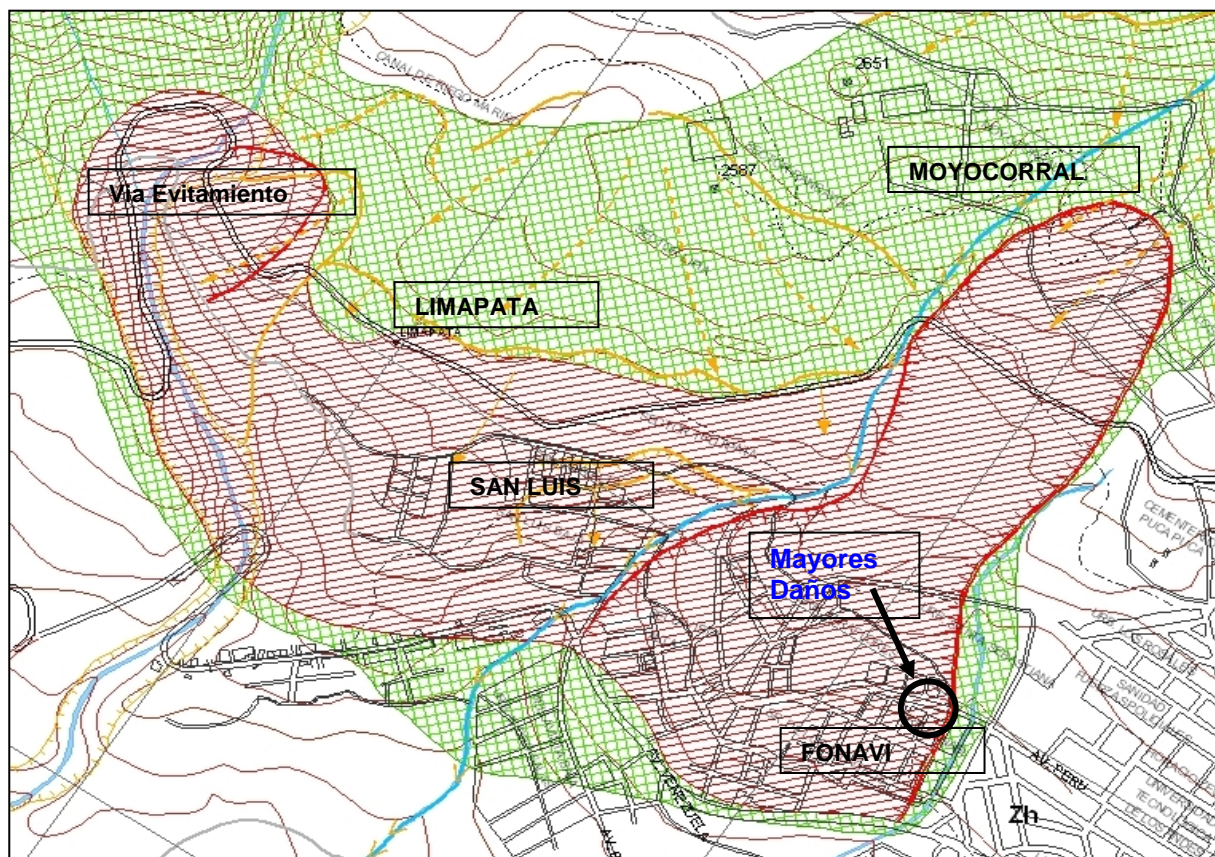


Figura: GT - 11. - Área de peligro de deslizamientos del sector de Moyocorral-Limapata-FONAVI.

Los estudios analizados y otros siempre recomiendan acciones de monitoreo, sin embargo no se realizan hasta la fecha. Las estacas que menciona el estudio del Ing. Gómez en 1998, no han podido ser ubicadas en los numerosos recorridos realizados en el presente estudio.

Se reitera que son imprescindibles las acciones de monitoreo y control de este deslizamiento para poder dar recomendaciones acertadas de mitigación de daños en este sector. La mayoría de daños severos reportados en el texto y fotografías mostradas se ubican en el contacto del deslizamiento con la zona estable señalada con un círculo en la ilustración.

#### 5.5.6.5 DESLIZAMIENTO DE CCONCHOPATA.

El deslizamiento de Cconchopata se encuentra ubicado en la Zona Sur Este de la Ciudad de Abancay, en la Quebrada de Aymas (Puruchaca). Es un deslizamiento menor producido por la obstrucción del canal de riego que pasa por este sector lo cual afecto a la tubería de conducción de agua potable cuya energía produjo un efecto mucho mayor al inicial.

Este tipo de fenómeno ilustra lo que no debe hacerse en la planificación de proyectos, que es colocar adyacentes dos proyectos que tienen peligros propios, la probabilidad de ocurrencia de un desastre mayor es mucho mayor que la suma de los peligros y los efectos también son mayores que la suma de los que produciría cada uno de ellos.

El deslizamiento ocurrido el 29 de Julio del 2005, en el sector Cconchopata sector Aymas provincia de Abancay, afecto a 05 familias, 05 viviendas destruidas, 06 afectadas, 11 familias en proceso de reubicación a una zona segura previo estudio geodinámico. En la página siguiente se muestra la ubicación y algunas vistas tomadas en este deslizamiento y cuando las obras de reparación están en pleno proceso.



Figura: GT – 12 .- Ubicación del deslizamiento de Cconchopata en el mapa base de Abancay.



Zona de arranque del deslizamiento.

Foto 47 : Vista panorámica del deslizamiento de Cconchopata tomada desde la ladera de enfrente y de un punto cercano en la plataforma del canal

Este fenómeno es causado por un detonante accidental, sin embargo las condiciones para este fenómeno se repiten en toda la ladera mostrada por lo que toda esta franja se considera una zona de riesgo alto.

#### 5.5.6.6 DESPRENDIMIENTO DE ROCAS CERRO QUISAPATA

En las faldas del cerro Quisapata al Sur de la ciudad de Abancay se aprecia con frecuencia muchos desprendimientos de roca y en algunas de las cárcavas derrumbes de mediana magnitud. Todas ellas son visibles desde distintos puntos de la ciudad.

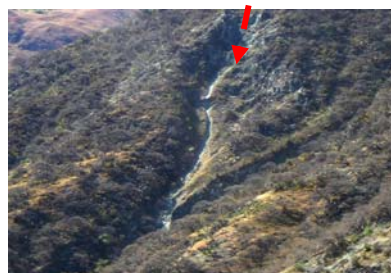


Foto – 48: Desprendimiento de roca del cerro Quisapata frente a la zona de expansión urbana más probable.

Estos desprendimientos y derrumbes afectan la carretera a San Gabriel, la fuerte pendiente y proximidad del profundo cauce del río Mariño hace que no existan viviendas en este sector por lo que pese al peligro inminente la amenaza a vidas humanas y la propiedad es mínima.

## **5.6 PELIGRO GEOLÓGICO-CLIMÁTICO - HUAYCOS**

### **5.6.1 EVALUACIÓN DEL FENÓMENO EMBALSE Y DESEMBALSE**

El procedimiento seguido para la evaluación de los fenómenos de embalse y desembalse que podrían darse en el presente proyecto es como sigue:

- El largo del espejo de agua embalsada se ha calculado haciendo uso del alto de dique calculado y de la pendiente del cauce del río, medido en los planos.
- Se ha asumido una forma de embalse de acuerdo a la morfología de cada valle, resultando en la mayoría de casos un espejo de agua triangular, y una sección máxima también triangular, con lo que se determina el ancho y el volumen del embalse
- El tiempo que demora el embalse en llenarse se ha calculado haciendo uso del caudal del río correspondiente con el valor del máximo anual con un periodo de recurrencia de 50 años. No se ha empleado el máximo extraordinario por tratarse de eventos de probabilidad combinada.
- El caudal de lodo que se genera en el desembalse considera:  $Ql = (Vd+Va)/td + Qr$   
Vd = Volumen del dique  
Va = Volumen del agua embalsada  
td = Tiempo de desembalse  
Qr = Caudal del río
- La velocidad del flujo se asume para la condición de flujo dinámico viscoso del material mezclado, tomando también en este caso referencias estimadas por observaciones y referencias de casos similares (Aobamba en Machupicchu - Cusco)
- Con esta información resulta simple determinar el área y el ancho de la zona afectada haciendo uso de la ecuación de la continuidad hidráulica y la forma de la quebrada.

Los anchos afectados por los fenómenos de desembalse no son sensiblemente mayores que los anchos de inundaciones obtenidos por el análisis hidráulico, esto debido a que los valles del área de Abancay son amplios y con bordes profundos de fuerte pendiente, es decir las quebradas tienen capacidad para transportar estos caudales, quedando afectados principalmente las construcciones que se encuentran a nivel del cauce natural, quedando fuera de peligro las partes altas.

### **5.6.2 NEVADO AMPAY - LAGUNA DE USPAYCOCHA**

El evento de mayor magnitud que amenaza a la ciudad de Abancay es sin duda alguna el fenómeno combinado de desprendimiento de hielo y desborde de la laguna de Uspaycocha.

Este fenómeno se ha analizado en este reporte desde distintos puntos de vista, uno ubicado en el capítulo de Hidrología y otro el que se muestra a continuación, los datos de partida pueden variar debido a que son elegidos por selección de diferentes fuentes

incluidas las mediciones actuales, buscando las condiciones críticas mas probables, no las máximas.

El desprendimiento de una masa de hielo un área de 400 x 200m y una potencia de 10 metros de altura genera el desplazamiento de 800,000 m<sup>3</sup> de Hielo Se considera que el 50% de esta masa fluye y en su recorrido inicial se extiende aproximadamente a lo largo de 1Km. Generándose una sección de 400m<sup>2</sup> que considerando la topografía del sector abarcaría un canal natural de 80 metros de ancho por 5m de alto.

En los 3.5 Km subsiguientes, considerando la escasa o casi nula cobertura de suelos en el sector se ha estimado que el caudal se incrementa en un 25% generando una sección de 100 metros de ancho por 5m de alto. La laguna de Uspaycocha tiene un volumen de 450,000 m<sup>3</sup> y la laguna de Ancascococha tiene 130,000 m<sup>3</sup> haciendo un total 580,000m<sup>3</sup>. Se considera por consiguiente que el volumen de material desplaza casi toda el agua de la laguna. Al llegar a la laguna de Uspaycocha el flujo se deposita en el vaso y erosiona el dique frontal del vaso conformada por una morrena glacial de la laguna desplazando un volumen mayor que el que llegó.

Se estima que el flujo que al llegar a la laguna era de 100 metros de ancho se incrementa a 150m de ancho considerando que el agua con muy bajo contenido sólido tiene mayor capacidad de mezclarse con suelos y roca en su recorrido extendiéndose por 5Km aproximadamente.

A partir del sector de patizamba baja el fenómeno se alimenta con el caudal del río y la abundante cobertura de materiales sueltos y al encontrar una topografía con menor pendiente (10%) tiende a abrirse y comienza a disiparse

Sin embargo al llegar al río el Olivo y Ullpahuayco puede colmatar su cauce y continuar hasta la profunda quebrada del río Mariño. En el mapa siguiente se ilustra con flechas el fenómeno descrito que comenzando en el nevado Ampay llega hasta el río Mariño.

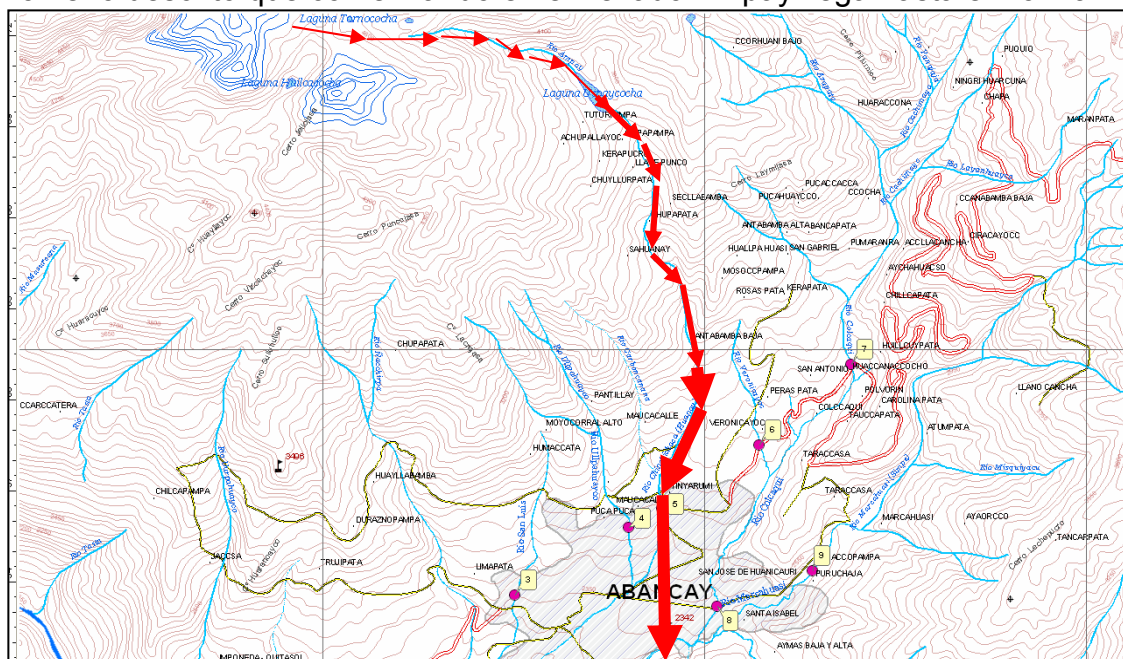


Figura: GT – 13. - Diagrama de flechas que marca el recorrido y creciente magnitud del posible huayco Ampay - Uspaycocha - Chinchichaca - Abancay.



En el plano de peligro geológico-climático de huaycos se presenta el área correspondiente a la estimación de la magnitud del fenómeno realizada en este título, y se nota claramente que es el fenómeno que causaría mayores daños a la población.

La probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, en la magnitud indicada, es muy difícil de determinar, Estudios glaciológicos de estabilidad serían necesarios para determinar la magnitud de la precipitación sólida (nieve) o el sismo que podrían generar este desprendimiento para luego asociar la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos con la probabilidad del Huayco estudiado. Debido a la imposibilidad de hacer un estudio cuantificado de probabilidad se hace una discusión de los factores que coadyuvan a la ocurrencia de este fenómeno.

El retroceso de los glaciares asociados al fenómeno del calentamiento global, considerado por muchos un fenómeno indiscutible, se hace visible en el Nevado Ampay, tanto por la apreciación de los moradores de Abancay, como por el recorrido que realizó el equipo técnico de este proyecto, habiendo caminado sobre sectores sin nieve que hace muy pocos años estuvieron ocupados por glaciares.



Foto – 49: Sectores sin nieve que hace muy pocos años estuvieron ocupados por glaciares

En las siguientes fotografías se presentan algunas imágenes que ilustran el retroceso del volumen de las nieves que se ha producido.

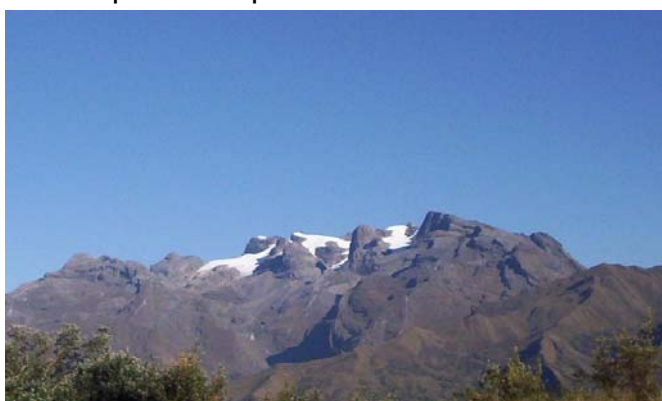


Foto – 50: Vista del glaciar del nevado Ampay.



Foto – 51: La foto de la izquierda muestra menor cantidad de nieve que la foto de la derecha que es más antigua, esto podría interpretarse como un retroceso del Glaciar.

El menor volumen de nieve tiene efectos positivos a la estabilidad de las laderas inferiores y menor probabilidad de un desprendimiento glaciar de gran magnitud, es de suponer que la geometría de la roca base tiene capacidad para contener un mayor volumen de nieve que la actual esto puede asociarse a la idea de una copa menos llena tiene menor probabilidad de derramarse.

Por otro lado se tiene que el incremento de temperatura disminuye la resistencia del hielo por lo que este fenómeno podría facilitar un desprendimiento en el glaciar.

#### 5.6.2.1 LAGUNILLAS GLACIARES SECAS.

Un aspecto favorable que parece indicar que la probabilidad de ocurrencia del gran Huayco del Ampay es que se ha observado numerosas lagunillas secas o parcialmente secas, una de ellas presenta su fondo fangoso debajo de una delgada capa de musgo seco.

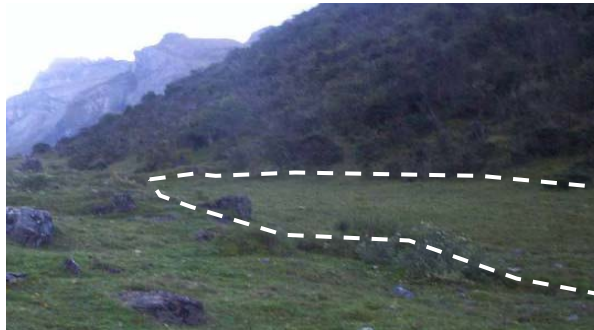


Foto – 52: La fotografía se ha resaltado con línea entrecortada blanca lo que se ha identificado como el borde de una laguna glaciar que ya no existe.

Bajo estos conceptos es que la extensa área afectada por el fenómeno combinado del Ampay se ha considerado como área de Peligro medio, con color naranja, pues pese a ser un fenómeno catastrófico e incontrolable, su probabilidad de ocurrencia es baja, pero existe. Estudios de glaciología y elaboración de un programa permanente de evaluación de las condiciones generales de equilibrio del glaciar es necesario para poder estimar la proximidad de un fenómeno de gran magnitud.

#### 5.6.3 EMBALSE Y DESEMBALSE: CCOCHA – RÍO COLCAQUI.

El deslizamiento de Ccocha Pumararra se ha producido en la ladera Nor Oeste del Río Colcaqui llenando una planicie natural donde se emplazaba la comunidad de Pumararra. Dicha planicie ha quedado con una ligera pendiente hacia el río Colcaqui como se aprecia en la fotografía que se adjunta.

Esto podría favorecer a que los materiales de los deslizamientos posteriores puedan llegar hasta el río Colcaqui.



El deslizamiento activo de Ccocha más próximo al río tiene 300 metros de largo por 550 m de ancho para 10 m de profundidad implica 825,000 m<sup>3</sup>, los cuales se apoyarían en el cauce del río en forma triangular por lo que el 30% alcanzaría el extremo opuesto del cauce, formando un dique de 247,000 m<sup>3</sup> distribuido en 700 m de largo alcanza un ancho de 70 m en la corona y 10m de alto.

Foto – 53: Los materiales ya deslizados del sector de Pumararra podrían deslizarse hacia el río Colcaqui

Con una pendiente media de 17.8% el largo del embalse que se forma podría ser de 56 m, lo que, considerando la topografía de la quebrada, significa un volumen almacenado de 9,800 m<sup>3</sup> que sumados al 30% necesarios para saturar el material suelto del dique (74,100) hacen 83,900 m<sup>3</sup> de agua. Considerando un caudal 2.5 m<sup>3</sup> (en temporada de lluvias) el embalse se llena en 9.30 horas.

De los 247,000 m<sup>3</sup> el 30% puede ser arrastrado aguas abajo (74,100 m<sup>3</sup>) si es que el desembalse se produce en 4 horas con un caudal de 5.14 m<sup>3</sup>/seg. con un ancho promedio de 5 m y 2 m de alto medio resulta 10 m<sup>2</sup> de sección con lo que la velocidad resultante es de 0.6 m/seg. Por lo que podría producirse sedimentación.

Los daños estimados para un fenómeno de esta magnitud son las chacras y viviendas ribereñas y los puentes del sector, siendo en general este factor de riesgo moderado en cuanto a pérdidas humanas y daños materiales.

#### 5.6.4 DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA DEL RÍO MARCAHUASI

Se han observado numerosos deslizamientos antiguos que podrían reactivarse en la quebrada del río Marcahuasi, estos deslizamientos son de menor magnitud que el analizado para el deslizamiento de Ccocha por lo que los daños podrían asumirse similares a los calculados en ese caso.



Foto – 54: Composición fotográfica que muestra el mayor deslizamiento detectado en la quebrada del Río Marcahuasi.

En la vista inferior se muestra el efecto de un huayco ocurrido en el mes de Septiembre donde se aprecia la magnitud de la zona afectada por el fenómeno de este tipo que no llega a la zona urbana, la baja pendiente del cauce hace que la energía del flujo viscoso se disipe a corta distancia.

### 5.7 PELIGRO DE INCENDIOS FORESTALES.

En las zonas altas de Abancay se han observado incendios forestales de importancia en el corto tiempo que se ha estado en la zona tal como se aprecia en las fotos obtenidas.



Foto – 55: Vista de incendios recientes en las zonas altas de la cuenca del río Marcahuasi.

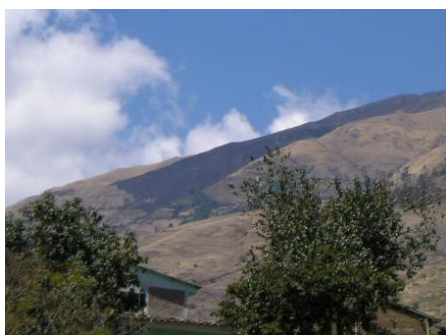


Foto – 56: Vista de incendios en la parte alta de la cuenca del río Colcaqui.



Foto – 57: Incendio en la parte alta de Moyocorral faldas del Nevado Ampay.

Estos incendios en las partes altas tienen efectos negativos indirectos para la población pero incendios en la ladera inferior a la ciudad podrían avanzar hacia la ciudad o simplemente el una densa humareda podría afectar seriamente a la vida y la salud de la población.

Los daños que podrían causar los incendios en la zona son los siguientes:

- Pérdida de vidas humanas de habitantes de la zona o visitantes en turismo.
- Pérdida de construcciones, chacras y otras propiedades.
- Contaminación atmosférica por el humo generado.
- Disminución de la Cobertura vegetal.
- Daño a las especies forestales nativas que se protegen.
- Disminución de la evapotranspiración.
- Incremento del agua infiltrada hacia el suelo.
- Disminución de la estabilidad de taludes.
- Erosión del suelo superficial denudado.

En el valle de Abancay las zonas con riesgo de incendio forestal son principalmente:

- Los bosques de las laderas Norte correspondientes a partes bajas del Nevado Ampay, dentro del Santuario Ecológico del Ampay.
- Los bosques de arbustos en las zonas bajas hacia el Río Pachachaca.
- Las zonas con pastos naturales en las laderas Superiores al Sur Este de los ríos Colcaqui, Marcahuasi, Aimas y Mariño.

Si bien la elevada humedad de esta quebrada hace que la probabilidad de incendios que afecten a la zona urbana sea baja, los efectos indirectos pueden ser graves. Por ejemplo incendios en la parte baja de la quebrada hacia el río Pachachaca podrían causar nubes de humo hacia la ciudad o lluvias ácidas; sin embargo los efectos mayores provendrían de la mayor propensión a huaycos provenientes de la ladera del ampay, producidos por la pérdida de la cobertura vegetal.

## CAPÍTULO 06

# PELIGROS MÚLTIPLES

## 6.1 ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES

Para la confección del Mapa de Peligros final debido a la topografía agreste de Abancay los de origen climático son los que predominan, especialmente los relacionados a la estabilidad de taludes y la formación de Huaycos.

Los peligros climáticos relacionados a las inundaciones afectan a las quebradas naturales y sus zonas próximas. Observando el mapa de peligros en forma general podría dar la impresión de que las zonas afectadas son muy pocas; sin embargo haciendo mediciones del ancho afectado y observando el número de manzanas afectadas por las inundaciones se tiene una real idea de lo grave de este problema.

Los peligros geológico - climáticos referidos a los Huaycos en general afectan a áreas similares que las inundaciones, ésto debido a que los cauces de avenidas son amplios y profundos y tienen capacidad de conducir tanto los caudales extraordinarios como los flujos de lodo de los huaycos, siendo afectadas siempre todas las construcciones y obras ubicadas dentro de estos cauces. El peligro geológico climático que afecta a una zona de mayor extensión es el aluvión o huayco del Ampay que bajaría por la quebrada del Chinchichaca, luego podría cubrir las zonas desde Maucalle en la parte alta hasta el Hospital Regional y Santa Elena en la parte baja. Sin embargo las zonas con una probabilidad de peligro alta corresponden a franjas más angostas adyacentes a las quebradas existentes en anchos que van entre 50 a 100m y podrían abarcar media manzana en muchos casos.

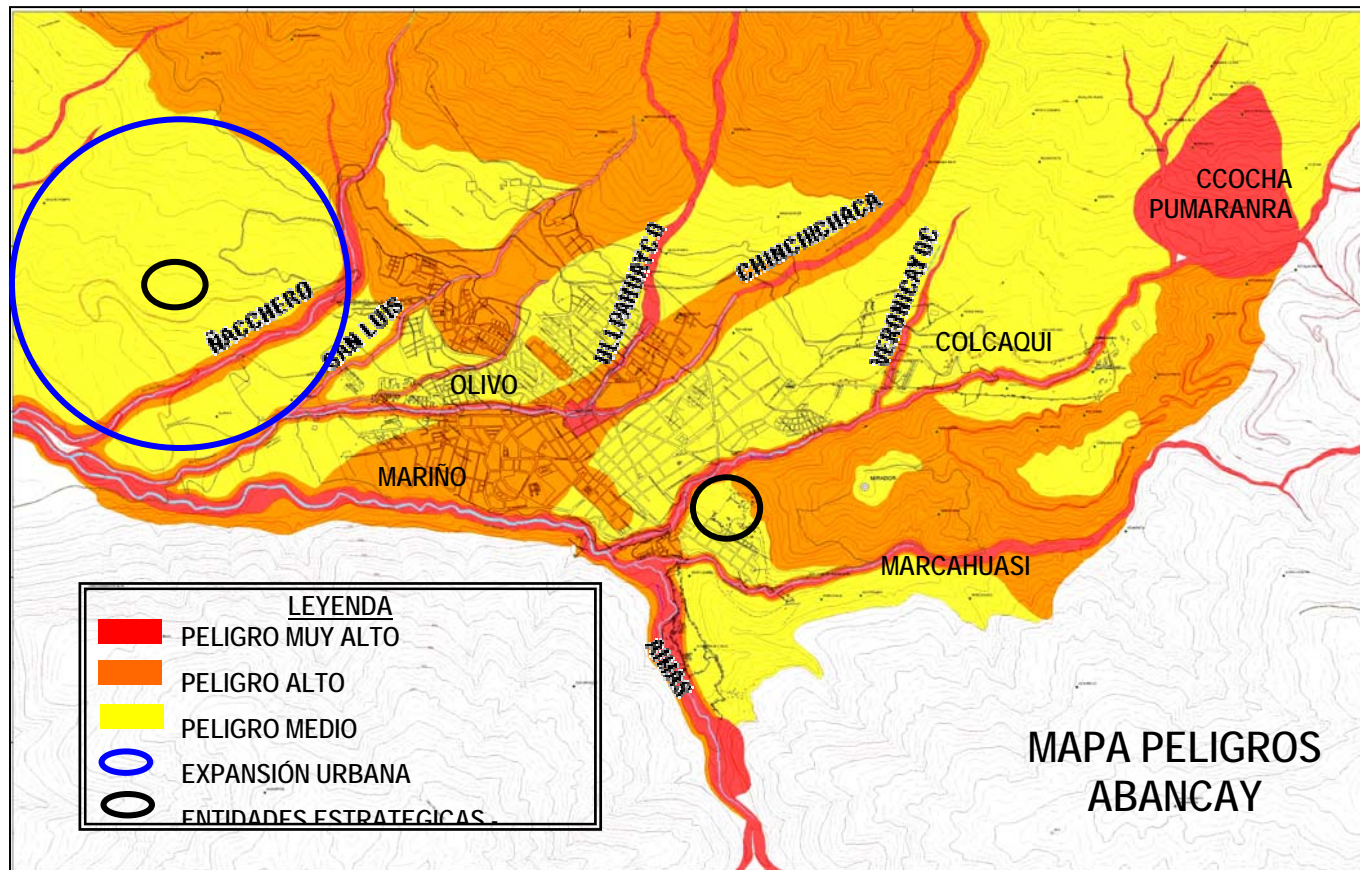
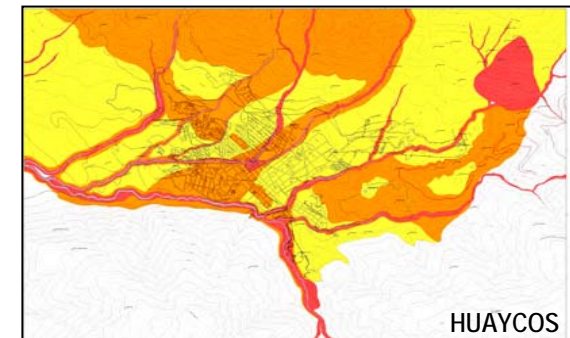
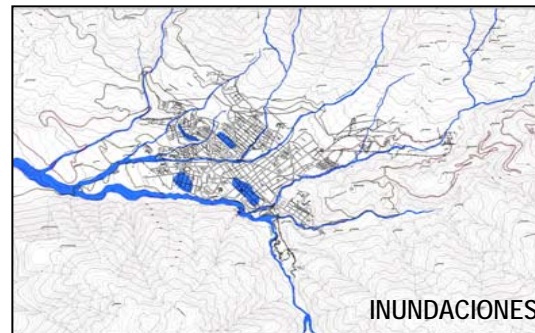
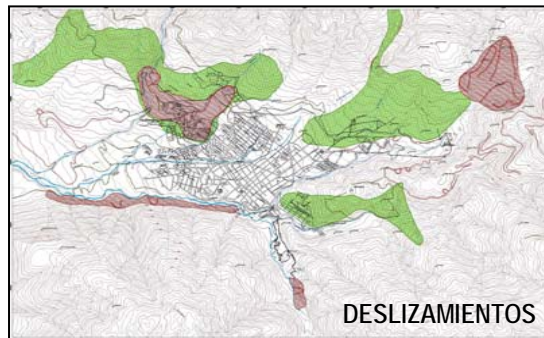
Los peligros geológico-climáticos de deslizamientos naturales son los más extensos, los más inminentes y que podrían desencadenar en deslizamientos violentos. Han sido considerados como de peligro alto y los deslizamientos lentos como los de reptación o aquellos cuyo factor de seguridad implica que el deslizamiento es poco probable han sido considerados como de peligro medio.

El mapa final de peligros ha sido confeccionado en base a la superposición de estos planos evaluando cuidadosamente la superposición de estos efectos y la probabilidad de ocurrencia de cada uno.

Las zonas en las que no se han ubicado áreas de peligro específico pero que tienen fuerte pendiente han sido consideradas de peligro medio, puesto que aunque no hay amenazas de inundaciones, deslizamientos o huaycos, la fuerte pendiente haría imposible su urbanización y existirían peligros de caída de todo tipo de elementos naturales o artificiales.

En la página siguiente se muestra una versión resumida de los mapas de peligros que dan una idea de los criterios para su confección y los detalles más exactos de éste deben ser observados en el plano que se encuentra en el anexo correspondiente.

Las restricciones para el uso de estas áreas así como las recomendaciones generales para su ocupación se presentan en la tabla que se adjunta mas adelante.



La superposición de las Áreas de peligros de inundaciones, deslizamientos y Huaycos, conforma al mapa de peligros final.

- Rojo: Zonas donde existe peligro alto de ocurrencia de fenómenos que pueden causar daños severos a la propiedad y pérdida de vidas humanas.
- Naranja las áreas en las que hay peligro de remoto de daños severos o peligro inminente de daños leves.
- En amarillo las áreas en las que se esperan amenazas que pueden ser controladas o previstas mediante obras y estudios de prevención.
- No se ha detectado zonas donde el peligro sea muy bajo (verde) debido a las fuertes pendientes que dominan el sector.
- Las zonas dejadas sin color son los cerros que se encuentran fuera del área de estudio.



Tabla PM - 01.- Código de colores asociado al grado de peligro.

SECTORES SEGUN EL GRADO DE PELIGRO			
Grado de Peligro	características	Ejemplos	Restricciones y recomendaciones de uso
<b>PELIGRO MUY ALTO</b>	a) Las fuerzas naturales o sus efectos son tan grandes que las construcciones efectuadas por el hombre no las pueden resistir. b) De ocurrir el fenómeno las pérdidas llegan al 100% c) El costo de reducir los daños es tan alto que la relación costo – beneficio hace impracticable su uso para fines urbanos	a) Sectores amenazados por alud, avalanchas y flujos repentinos de piedras y lodo (Huayco) - Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y zonas de deposición afectables por flujos de lodo. b) Sectores amenazados por deslizamientos. Zonas amenazadas por inundaciones con gran fuerza hidrodinámica, velocidad y poder erosivo. c) Sectores contiguos a los vértices de bahías en forma de V o U amenazados por Tsunamis. - Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones	Prohibido su uso con fines urbanos. Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, recreación abierta, o para el cultivo de plantas de ciclo corto
<b>PELIGRO ALTO</b>	a) La amenaza natural es alta pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables, utilizando técnicas y materiales adecuados	a) Franjas contiguas a los sectores altamente peligrosos, la amenaza se reduce notoriamente, pero el peligro todavía es alto. b) Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas c) Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días - Ocurrencia parcial de licuación y suelos expansivos	Se permite su uso urbano después de estudios detallados por especialistas con experiencia, para calificar el grado de peligro y fijar los límites con el sector anterior. Recomendable para usos urbanos de baja densidad
<b>PELIGRO MEDIO</b>	d) Amenaza natural moderada	a) Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. - Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad	Adecuado para usos urbanos .Investigaciones geotécnicas normales
<b>PELIGRO BAJO</b>	a) Suelos donde se producirá baja amplificación de ondas sísmicas. b) Donde es muy remota la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales intensos o falla gradual del suelo	a) Terrenos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. b) Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por actividad volcánica o Tsunamis	Ideal para usos urbanos y la ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, cuarteles de policía, bomberos etc.

Fuente: Ing. Julio Kuroiwa

## 6.2 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO

- Sector Ccocha - Pumaranra por peligro geológico climático de deslizamiento violento.
- Ladera de Cconchopata en la quebrada de Aimas por peligro geológico climático de deslizamiento violento.

- Encuentro de los ríos Ullpahuayco con Chinchichaca, por desborde, inundación o huayco.
- Franjas próximas a los Cauces principales en el ancho indicado por el mapa de peligros climáticos por inundación, socavación o huayco.

### **6.3 ZONAS DE PELIGRO ALTO**

- Laderas del Nevado Ampay en el sector superior de mayor pendiente indicadas en el mapa de peligros, suelos menos resistentes, incendio, asentamientos.
- Franja de Moyocorral, San Luís, Fonavi, hasta las zonas altas del río Ñacchero Asentamientos, desplazamientos, reptación de taludes.
- Franja amplia a ambos lados del río Chinchichaca desde el glaciar, laguna de Uspaycocha hasta Leónpampa y ensanchando de norte a sur, pasa sobre el Río Olivo y cruza la ciudad hasta cubrir la quebrada del Río Mariño entre el Hospital Regional y Santa Elena, por peligro geológico climático por un Huayco del Nevado Ampay.
- Sectores de fuerte pendiente entre los ríos de Marcahuasi y Colcaqui, incluyendo ladera del Mirador, incluyendo 6 Lazos de la carretera Abancay - Cusco a partir del Puente Capelo, Por riesgo de deslizamientos, caída de rocas, fuerte pendiente.
- Zonas inundables de la ciudad de Abancay conformada por calles transversales a la pendiente.

### **6.4 ZONAS DE PELIGRO MEDIO**

- Ladera superior al Norte de Tamburco y bajada en zigzag de la carretera a Cusco, hasta la Plaza de Armas, fuerte pendiente, deslizamientos antiguos.
- Zonas de menor pendiente en Condebamba, Suelos solubles, roca intemperizada.
- Sector con menor pendiente entre Marcahuasi y Aymas, roca intemperizada, incendios, deslizamientos antiguos.
- Zona intermedia entre los ríos San Luis y Ullpahuayco, con suelo calichoso, suelos solubles, fuerte pendiente.
- Zonas a ambos lados de la quebrada del Olivo hacia Praxis y Zigzag de la antigua carretera Panamericana, fuerte pendiente, incendios.
- Laderas inferiores hacia el Pachachaca, Illanya, incendios, rocas solubles, yeso, caliza y posibilidad de cavernas (karst).

### **6.5 ZONAS DE PELIGRO BAJO**

La planificación urbana requiere de establecer sectores donde propiciar la expansión urbana otras algo más seguras donde ubicar las instituciones estratégicas de la sociedad.

En este caso se denominan estratégicas a aquellas que concentran grandes cantidades de personas por tiempo prolongado o aquellas que son vitales para la vida y la salud, especialmente en condiciones de emergencia post desastre (Hospitales, Compañías de Bomberos, oficinas de Defensa Civil, áreas amplias para ubicar carpas como estadios, complejos deportivos).

Al no haber detectado en Abancay zonas con suficiente seguridad como para ser calificadas como de bajo peligro se recomienda utilizar dos sectores alejados entre sí

para ubicar a las instituciones estratégicas de modo que, de ser afectados por fenómenos que ataquen o aislen un sector, siempre quedarán alternativas para la atención del desastre.

Estas son en el barrio de Condebamba y en las zonas inferiores hacia la carretera a Nazca, señaladas con círculos en el mapa de peligros.

## 6.6 ANÁLISIS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Con la finalidad de presentar propuestas de proyectos a corto, mediano y largo plazo para la ciudad de Abancay es que se ha realizado un Análisis del crecimiento poblacional, utilizándose diferentes modelos matemáticos como son los Modelos Matemáticos de Mínimos Cuadrados Aritmético, Mínimos Cuadrados Geométrico, Aritmético, Interés Simple y Geométrico.

El modelo seleccionado ha sido el modelo del método aritmético, el que se basa en datos censales del INEI desde el año 1,940 hasta el año 2,005 y que se utiliza exclusivamente para poblaciones en franco crecimiento, que es el caso de la ciudad de Abancay a donde se ha obtenido una población de 134,259 habitantes para el año 2,055.



Foto – 58: Ciudad de Abancay

A continuación se detallan los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

Tabla PM - 02.- Análisis De Crecimiento Poblacional De La Ciudad De Abancay

Año	Mínimos Cuadrados Aritmético	Mínimos Cuadrados Geométrico	Año	Aritmético	Interés Simple	Geométrico
1940	5,332	5,332	1940	5,332	5,332	5,332
1961	9,620	9,620	1961	9,620	9,620	9,620
1972	12,647	12,647	1972	12,647	12,647	12,647
1981	19,863	19,863	1981	19,863	19,863	19,863
1993	46,997	46,997	1993	46,997	46,997	46,997
2005	75,273	75,273	2005	75,273	75,273	75,273
2015	133,614	133,192	2015	87,070	119,574	75,597
2025	243,205	254,513	2025	98,867	189,949	75,922
2035	463,312	584,607	2035	110,664	301,744	76,249
2040	961,538	2'567,756	2045	122,462	479,334	76,578
2050	2'366,277	2'812,625	2055	134,259	761,445	76,907

Fuente: INEI

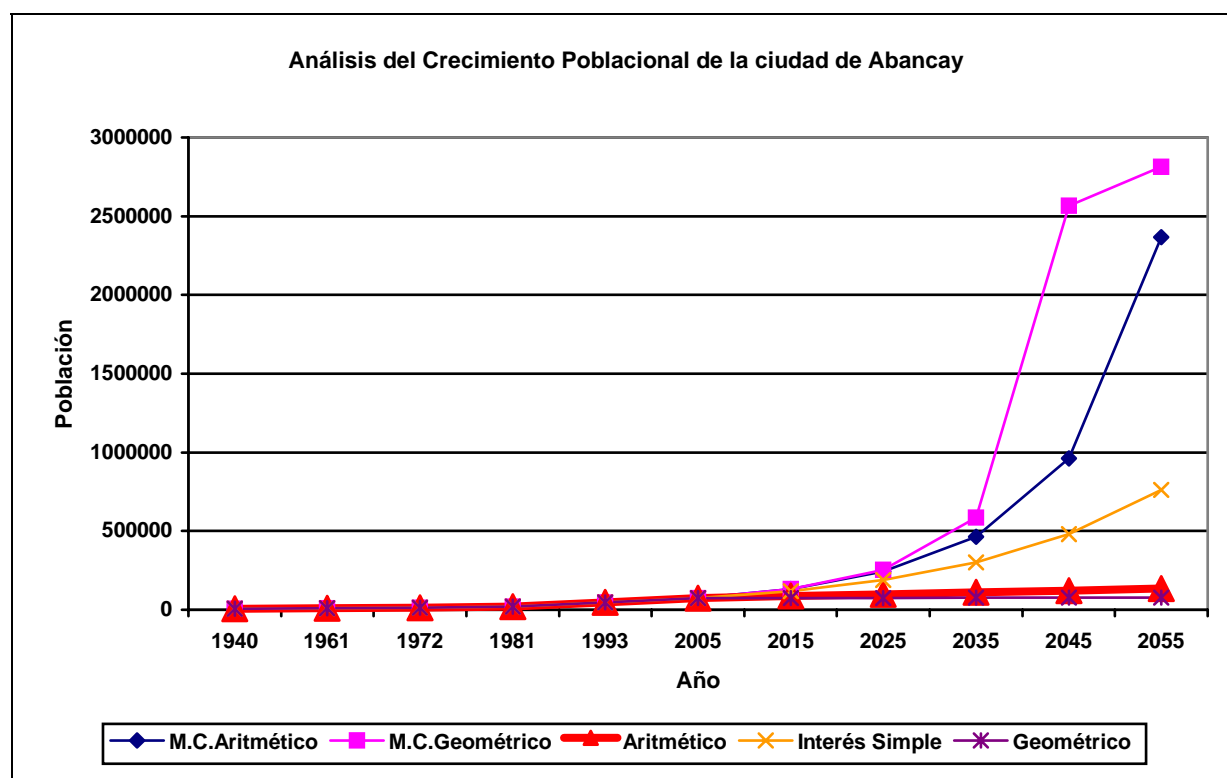


Figura PM - 01 .- Crecimiento poblacional de la Ciudad de Abancay por diferentes métodos.

La Densidad poblacional inicialmente ha sido calculada, analizada y elaborada por la Dirección de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de Abancay, es en base a esta información que se ha desarrollado el plan de expansión urbana para la ciudad de Abancay

El cálculo se ha desarrollado en función a los parámetros calculados que se muestran a continuación:

Tabla PM - 03.- Parámetros De Densidad Poblacional De La Ciudad De Abancay.

ZONA	NUMERO DE HABITANTES POR ZONA	SUPERFICIE ACTUAL OCUPADA (M2)	NUMERO DE HABITANTES POR ZONA
I	0	12,547.56	0
II	1 – 50	993,882.55	13,136
III	51 – 100	1'088,866.52	14,391
IV	101 – 150	753,,454.13	9,958
V	151 – 650	2'859,132.75	37,788
TOTAL		5'707,883.51	75,273

Inicialmente se ha considerado población y densidad poblacional para el año 2,005 que de acuerdo al INE proporciona una población de 75,273 habitantes y luego se ha proyectado en función al método aritmético para 30 años de crecimiento es decir para el año 2,035, calculándose una población de 110,64 habitantes.

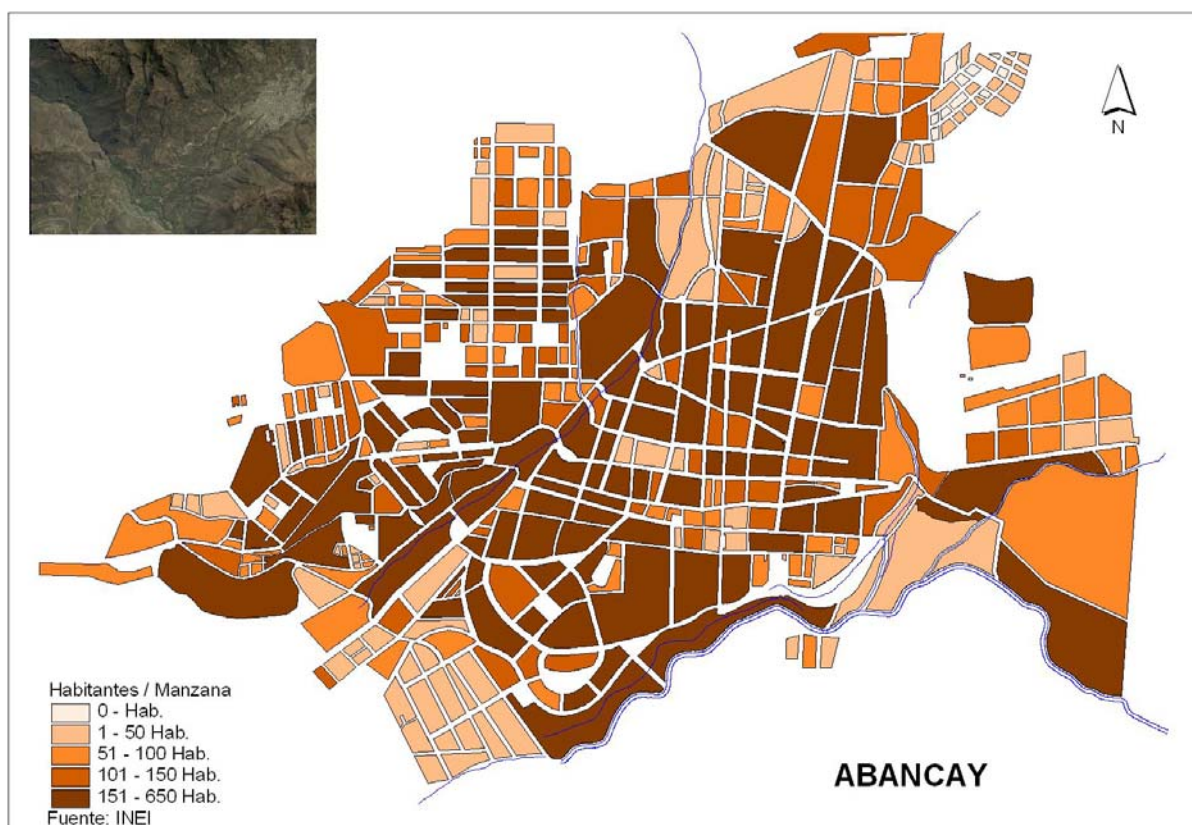


Figura: PM - 02 .- Mapa De Densidad Urbana

Con esta información se ha desarrollado el plan de expansión urbana para el año 2035 utilizando calculando las áreas necesarias por mediante programas de diseño asistido por computadora.

## 6.7 TENDENCIA ACTUAL DE EXPANSIÓN URBANA

La tendencia actual de expansión urbana se ha calculado usando como área la que requiere la población calculada a futuro para los años 2035 y 2050 considerando una distribución de densidad poblacional similar a la actual en las zonas perimetrales y un

incremento de densidad en las zonas céntricas así como las zonas que se vienen lotizando y construyendo por la libre voluntad de los pobladores, cabe aclarar que se tiene referencias de que la ocupación urbana casi nunca puede ser controlada u orientada por las acciones de la municipalidad, en las ciudades del Perú.

Este cálculo ha sido realizado, en primer lugar, para tener una idea de la magnitud del área a estudiar en el presente proyecto y en segundo lugar para estimar la magnitud de las áreas que serán necesarias para el crecimiento poblacional.

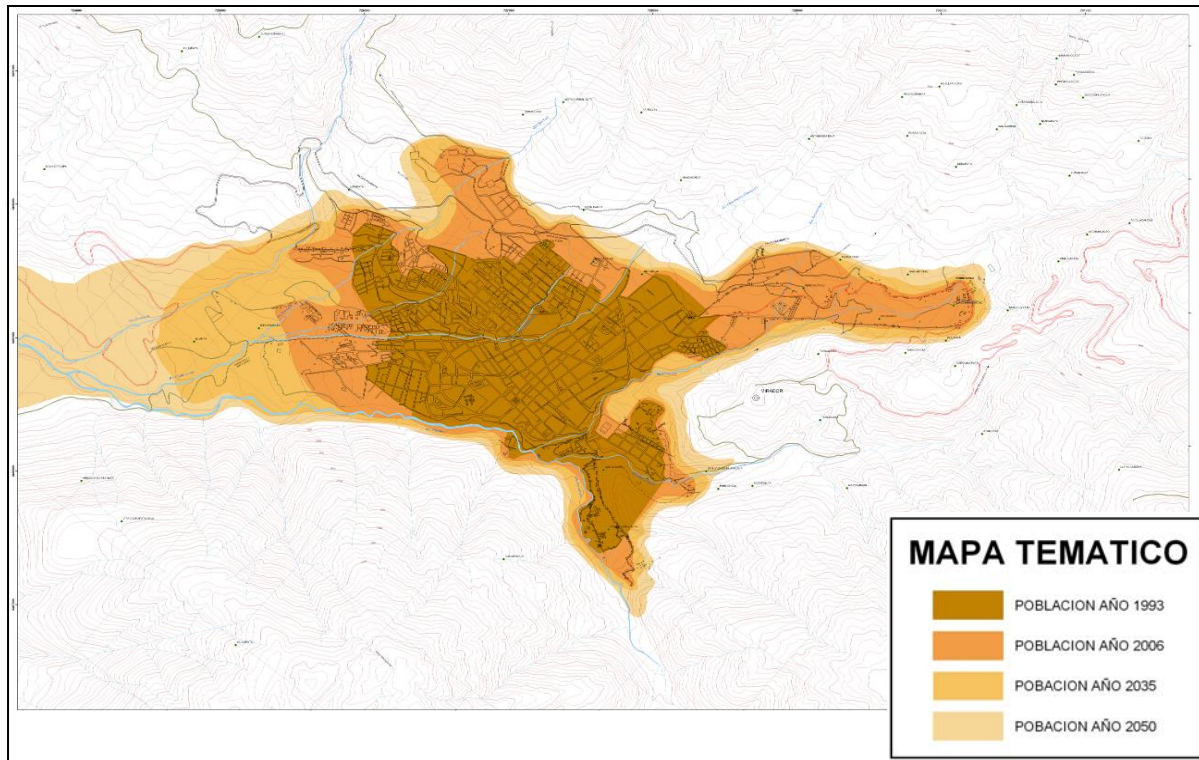


Figura: PM - 03.- Expansión urbana recomendada para la Ciudad de Abancay.

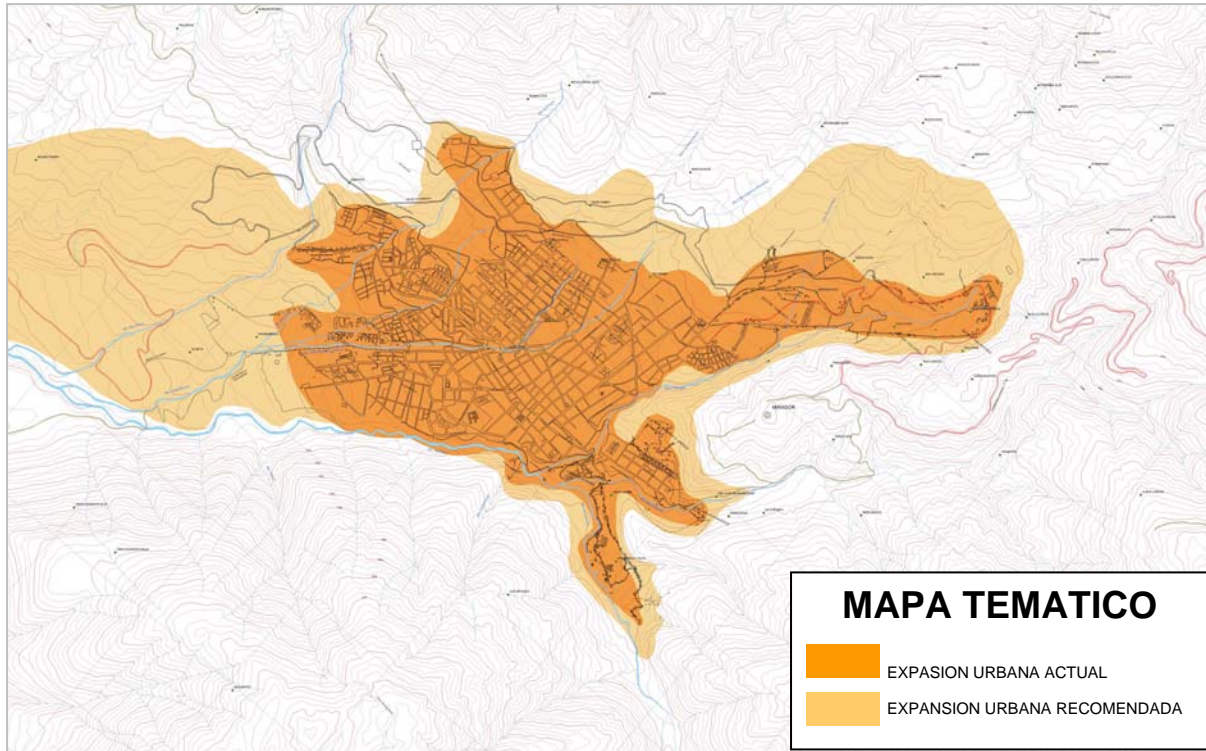
## 6.8 ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA RECOMENDADA.

En base a las áreas que requiere el crecimiento poblacional calculado y las zonas identificadas como de alto riesgo en el mapa de peligros elaborado, se puede establecer zonas donde debe propiciarse la expansión urbana en condiciones de menor peligro.

En general en Abancay no existen zonas de bajo peligro a las que les corresponde el color verde según la convención de colores vigente, por esta razón se propone recomendar para el crecimiento urbano las zonas de peligro medio lejos de las amenazas más violentas estudiadas.

Si se observa con atención el mapa de expansión urbana recomendada en el presente estudio se nota que solo se ha desviado ligeramente la tendencia actual de crecimiento hacia la zona Peraspata, San Antonio y Querapata hacia el Nor-Oeste de la población y hacia las zonas de Illanya y Molinopampa en el Sur Oeste de la ciudad.

Es así que resultan las áreas de expansión urbana recomendada.



Las zonas de expansión urbana recomendadas para densificación y ubicación de instituciones estratégicas se muestran al final del capítulo 05 del presente estudio.

**CAPITULO 07**

**CONCLUSIONES**  
**Y**  
**RECOMENDACIONES**



## 7.1 CONCLUSIONES

1. Geológicamente en la cuenca afloran rocas sedimentarias del Pérmico – Triásico y Jurásico cuya litología está constituida por calizas, lutitas, areniscas y conglomerados; afloran también rocas intrusivas del terciario constituidas por granodioritas y, finalmente, material de depósito morrénico cuaternario donde se asienta la ciudad de Abancay. No existen materiales volcánicos o extrusivos.
2. La geomorfología de la cuenca ha sido controlada por la tectónica Hercínica (donde el Nevado Ampay constituye los límites occidentales de la Cordillera Oriental), luego por la tectónica Andina que genera pliegues, fallamientos y el desarrollo de profundas quebradas por los ríos y, en el Cuaternario Reciente, la intensa remoción en masa por gravedad y flujos hídricos.
3. La tectónica Pliocuatnaria se evidencia por el encañonamiento de los ríos, el encajonamiento del Río Mariño en el aluvial y las fallas que afectan las morrenas.
4. Los parámetros geomorfológicos indican lechos fluviales con fuerte pendiente y laderas empinadas y un sistema de drenaje que facilita la concentración rápida de la descarga superficial del río luego de una precipitación generando una intensa erosión superficial
5. Los parámetros litológicos indican que el material coluvial es el material más inestable, fácilmente removible por el escurrimiento superficial y gravedad.
6. Los procesos de remoción en masa han sido muy intensos en el Cuaternario, formando el valle aluvial de Abancay y los coluvios al pie del Nevado Ampay.
7. Los deslizamientos y flujos de lodo y barro constituyen los procesos recientes y los de mayor ocurrencia son los flujos de lodo (huaycos) en los meses de enero a marzo.
8. La cuenca del Río Mariño se encuentra seriamente dañada por la erosión, si bien no se tienen datos precisos sobre la pérdida de suelo, los daños están a la vista: enormes áreas con vegetación degradada, laderas con escurrimiento superficial concentrado, torrentes y movimiento en masa.
9. Las lagunas Ampay y Ancascococha tienen origen glaciar, sus diques naturales están dados por depósitos morrénicos, los cuales se encuentran bien estabilizados en la actualidad, salvo un punto aislado en la parte superior del borde oriental en la laguna Ancascococha que en caso de desprenderse se depositaría en el extremo sur de la laguna reforzando el dique respectivo.
10. Por efecto del calentamiento global y la deglaciación, los volúmenes de agua de las lagunas se encuentran disminuyendo.
11. El deslizamiento de Ccocha Pumarana se encuentra pasivo en la actualidad.
12. En cuanto al riesgo sísmico, la ciudad de Abancay presenta de acuerdo a la cronología sismos de foco intermedio a profundo, siendo los de mayor riesgo los que se encuentran en su entorno (Aymaraes).
13. De acuerdo al mapeo geológico local se encontró en la parte Noreste de Tamburco así como en la parte Noroeste de la ciudad de Abancay afloramientos de calizas y evaporitas del Grupo Pucara, en los cuales existen manantiales.
14. El sustrato rocoso donde se emplaza la ciudad de Abancay estaría dado por las calizas del Grupo Pucara, suprayaciendo éste a los depósitos morrénicos.
15. La Cuenca del Río Mariño se halla dividida en seis cuencas principales y que son: Chinchichaca, Colcaqui, Marcahuasi, Hatunpata, Ñacchiro y Anishyaco - Alízar
16. El Río Chinchichaca, en el sector de Maucacalle y Tinyarumi, presenta una zona crítica porque los pobladores de este sector han invadido el cauce natural del río modificándolo y dejando un cauce sedimentado y estrecho.

17. Entre la Urbanización La Granja y la Avenida Perú no existe un encauzamiento definido del río ni puentes adecuados. Se requiere la construcción de puentes de concreto armado.
18. El encuentro del Río Chinchichaca con el Río Ullpahuayco es otra zona crítica porque la sección hidráulica es deficiente. El cauce natural ha sido invadido por construcciones de adobe y concreto armado con cimientos de concreto ciclópeo que han estrechado el cauce natural y quedado totalmente expuestas por la erosión del río.
19. La zona más crítica es la comprendida entre el encuentro del Río Chinchichaca con el Río Ullpahuayco y el jirón Altipuerto por cuanto las construcciones existentes han forzado a que el cauce del Río Chinchichaca se convierta en una canalización mixta deficiente. Además de invadir el cauce con construcciones de diversos tipos de materiales, se observa que el puente presenta un ángulo de desviación del cauce natural. Así mismo se ha estrechado el cauce con estructuras provisionales de encauzamiento, tipo defensa ribereña.
20. A partir del jirón Altipuerto, el cauce del Río Chinchichaca recibe el nombre de Quebrada El Olivo siendo éste un cauce natural que cuenta con tratamiento de márgenes; sólo provisionales.
21. El Río Colcaqui transita desde el puente Capelo hasta su encuentro con el río Hatunpata en la zona de Condebamba (Sector de Piscina Riñón) no existiendo estructuras hidráulicas de defensa ribereña adecuadas. En el tramo comprendido entre las Urbanizaciones Arenas y Mariño así como la zona de encuentro del Río Colcaqui con el Río Chinchichaca algunos sectores del cauce han sido invadidos por construcciones.
22. El Río Marcahuasi, en su tramo final en la Urb. Santa Isabel, se encuentra con el Río Hatunpata, donde los pobladores han invadido el cauce natural modificándolo y estrechándolo en algunos sectores.
23. El cauce del Río Hatunpata presenta la característica importante de que es donde se encuentra la mayor cantidad de lagunas que sirven para abastecer de agua potable a la ciudad de Abancay así como para irrigar diferentes zonas de cultivo.
24. El Río Hatunpata se inicia en el sector de Aymas y termina en la Urbanización Mariño donde existen algunas viviendas en el cauce y obras de encauzamiento provisionales e insuficientes.
25. En el cauce del Río San Luís la parte más crítica se encuentra en las Urbanizaciones San Luís Baja, Urb. Miraflores y FONAVI, debido a que se han cerrado los cauces naturales que alimentaban al Río San Luís con construcciones transversales a los drenes naturales, por lo que en periodos de lluvias éstas no fluyen libremente y se infiltran. En el encuentro del Río San Luís y la Carretera Panamericana se ha construido una alcantarilla y sobre ésta se ha construido una casa.
26. Anishuayco y Alízar son cauces secos; sin embargo por las fuertes pendientes se definen como cauces naturales altamente aluviales y erosivos. Por encontrarse en la margen izquierda del Río Mariño, no presentan influencia alguna sobre la ciudad de Abancay.
27. Desde el punto de vista geotécnico los materiales que conforman el suelo de Abancay son en general de buena resistencia y baja deformabilidad, siendo los ubicados en la ladera Norte, a partir de la margen derecha del Río San Luís, los de menor resistencia.
28. Los materiales más resistentes son los suelos gravosos de color oscuro o blanquecino denominados como caliche. Los menos resistentes son los suelos

- arcillosos de color rojizo.
29. Toda la zona perimetral de la ciudad presenta peligros geológico-climáticos de deslizamientos naturales siendo los mas críticos el sector de Ccocha - Pumaranra, FONAVI - San Luís y Aymas. Sin embargo, las empinadas laderas del cerro Quisapata presentan derrumbes de piedra y las profundas escarpas hacia el Río Mariño también presentan peligro.
  30. El peligro de mayor magnitud, sin embargo menos probable, es el fenómeno combinado de desprendimiento de nieve del Nevado Ampay con desborde de las lagunas de Uspaycocha y Ancascococha al generar un Huayco que descendiendo por la quebrada de Chinchichaca afectaría el 18% de la ciudad actual entre el jirón Arica y la Av. 28 de Julio, cubriendo el cauce del Río Mariño.
  31. Los deslizamientos frecuentes que afectaban a la carretera a Cusco que en la actualidad se encuentran controlados, podrían reactivarse al deteriorarse las obras de estabilización realizadas.
  32. El deslizamiento tipo reptación Fonavi - Limapata - Moyocorral parece estar en una etapa lenta cm por año. Hace falta un monitoreo técnico de esta ladera para determinar si pueden presentarse movimientos más rápidos como los registrados en 1980.
  33. Los análisis de agua indican que el flujo de aguas subterráneas es producto de infiltración de escorrentía superficial. No se aprecian evidencias químicas de la influencia de aguas subterráneas profundas.
  34. En las fichas de proyectos sugeridos se incluyen numerosas recomendaciones para mitigar los desastres asociados a los peligros estudiados en el presente proyecto.

## 7.2 RECOMENDACIONES

### 7.2.1 CORTO PLAZO

1. La construcción de obras de conservación y control de erosión de los suelos por medidas agronómicas como la construcción de terrazas, las zanjas de infiltración, los cultivos de suelos en contorno y el control del riego inadecuado en los cultivos de las laderas.
2. Ampliación de las canalizaciones Ullpahuayco y Chinchicaca previo retiro (demolición) del canal existente y construcción del puente con una mayor luz y altura, proyectado para la avenida milenaria, considerando el paso de objetos arrastrados de gran tamaño. Retiro parcial de los muros de las casas que se encuentren dentro del ancho del cauce calculado.
3. Protección de la franja en peligro climático del Río Colcaqui Mariño que incluye la demolición de construcciones y reubicación de habitantes de las viviendas ubicadas en los cauces. Establecimiento de normas específicas que prohíban la construcción en este cauce y demarcación física (mediante hitos, muros de avisaje, enmallados u otros elementos) de los márgenes del cauce natural intangible.
4. En el deslizamiento por reptación FONAVI Moyocorral se recomienda drenaje superficial en todas las vías de baja pendiente consistente en cunetas de concreto armado con juntas frecuentes articuladas con Water stop, con tapa de concreto perforada. Drenes verticales provistos de sistema de bombeo permanente de agua.
5. Cambio de sistema de riego en zonas agrícolas superiores considerando asesoramiento técnico, incentivos económicos, cambio de los canales existentes por tuberías flexibles de menor diámetro, uso de mangueras agrícolas.
6. Estudios de control del estado actual y evolución de la flora en el parque natural del Ampay, programas de educación en la comunidad de la zona para la prevención de incendios forestales. Mantener las medidas de control actuales.
7. Monitoreo del deslizamiento de FONAVI – Moyocorral mediante una red de hitos de precisión con levantamiento topográfico de primer nivel, medidas de seguridad y protección duraderas, inclinómetros de 80m de profundidad aproximadamente y piezómetros.
8. Monitoreo periódico del deslizamiento de Ccocha – Pumaranra mediante una red topográfica.
9. Limpieza y Nivelación de los lechos de los ríos San Luis, Ullpahuayco, Chinchichaca, Colcaqui, Marchuasi, Hatunpata y Mariño en la ciudad de Abancay.

### 7.2.2 MEDIANO PLAZO

1. Controlar las cárcavas construyendo diques o pequeñas barreras transversales a éstas con el fin de disminuir la velocidad del agua y favorecer la sedimentación de partículas. Estos diques pueden estar hechos de piedra, reforzados con “champa”, ramas, palos y paja. Se construyen de arriba hacia abajo formando cercos vivos de contención y permitiendo el crecimiento de cubierta vegetal.
2. Protección del área de Ccocha Pumarranra destinándola al uso de recreación pasiva estableciendo reglamentos que prohíban la lotización o construcción en la zona del deslizamiento e implementando caminos y zonas de recreación campestre demarcadas.
3. Construir una sección de aforo en los ríos Mariño y Chinchichaca considerando un linnímetro electrónico en cada sección.

4. Evaluación Hidráulica de los ríos:

- Chinchichaca desde el sector de Tinyarumi hasta la Avenida Santa Rosa
  - Ullpahuayco desde el sector de Leonpampa hasta la Avenida Santa Rosa
  - Quebrada El Olivo desde la Avenida Santa Rosa hasta la Urb. Señor de Ccoyllorriti, del sector Urb. Miraflores, FONAVI y Justo Juez hasta su encuentro con el Río Chinchichaca.
  - San Luís desde la Urb. San Luís Baja hasta la Urb. San Francisco.
  - Colcaqui desde la Urb. Juan Pablo II hasta el sector de Piscina Riñón.
  - Marcahuasi desde el sector de Puruchaja hasta el encuentro con el Río Hatunpata.
  - Hatunpata desde el sector de Aymas Baja y Alta hasta el encuentro con el Río Colcaqui.
  - Mariño en el sector de Piscina Riñón.
  - Construcción de Puente en la Urb. Nueva Granja sobre el Río Chinchichaca.
5. Establecimiento de puntos alarma temprana para la detección de incendios en el bosque en base a sistemas de comunicación inalámbrica contemporánea.
  6. Construcción de puentes de gran altura en Capelo, Condebamba, San Gabriel y Ñacchero con encauzamiento de magnitud compatible con el huayco estudiado en cada caso para asegurar vías de escape y auxilio en caso de que algunas vías colapsen o sean interrumpidas.
  7. Construir un desarrollo alterno de la carretera Panamericana frente al sector de Illanya que evite cruzar dos veces el Río Ñacchero de modo que la carretera siga funcionando luego de producirse un huayco.
  8. Construcción de muros de gaviones al pie de las cárcavas existentes en la ladera izquierda del Río Mariño así como enmallados de protección reforzados con cables anclados en tensores profundos.
  9. Reubicación progresiva de instituciones estratégicas a lugares más seguros tomando como referencia el Mapa de Peligros del presente Estudio: INDECI Hospitales, Bomberos, oficina y depósitos de Ministerio de Transportes, Colegios, Universidades, Iglesias, otros.
  10. Construcción de dos avenidas muy anchas a modo de fajas cortafuego, siguiendo líneas de pendiente baja, en las que no se permita la implantación de especies arbóreas, con carriles separados en ambos sentidos y canal central con flujo de agua.
  11. Franja cortafuego en las laderas del Nevado Ampay, paralela a las curvas de nivel en la que se elimine toda la vegetación arbustiva, dejando pastos naturales y una vía afirmada que sirva de acceso rápido a las zonas con peligro climático por incendios considerando reservorios de agua y red de hidrantes contra incendio.
  12. Completar la implementación de la estación meteorológica de Abancay instalando los siguientes equipos: anemómetro, evaporímetro, barómetro, higrómetro.
  13. Es necesaria la instalación de un sismógrafo en la cuenca para determinar la actividad sísmica local.

### 7.2.3 LARGO PLAZO

1. Ejecución del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable.
2. Ejecución del Plan Maestro de Alcantarillado

3. Ejecución del Plan Maestro de Drenaje Pluvial.
4. Ejecución del Plan Maestro de Aguas Servidas.
5. Ejecución del Plan Maestro de Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos

### 7.3 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA CIUDAD

Se observa que las viviendas de adobe son construidas en forma deficiente, abundan las edificaciones con cimientos muy pequeños y aún más, las viviendas sin sobrecimiento.



En general, hace falta control para que se cumplan los reglamentos de construcción vigentes y, como en todo el país, dicho control debe realizarse para todos los habitantes que soliciten licencia de construcción por cuanto la gran mayoría de construcciones hechas sin permiso para construir son aquellas que no cumplen con los reglamentos.

Es conveniente realizar tareas de difusión de las técnicas de construcción para viviendas de adobe, compatibles con los reglamentos nacionales, en forma de boletines adaptados para construcciones económicas de uno a dos pisos, haciendo énfasis en los siguientes aspectos:

- Resaltar la importancia económica de adquirir un terreno en una zona de menor riesgo geodinámico.
- Hacer de conocimiento de los pobladores que de acuerdo a la norma E-50 del RNC, los estudios de suelos pueden reemplazarse por la simple ejecución de calicatas y la inspección visual de un ingeniero civil.
- Resaltar la importancia de cimientos resistentes al agua de mampostería de piedra con mortero de concreto o concreto ciclópeo.
- Resaltar la importancia de sobrecimientos grandes (40 cm de alto) para evitar que se humedezcan los adobes aún en el caso de cambios en el nivel del terreno.
- Recomendar la construcción de veredas alrededor de las edificaciones
- Canaleta perimetral junto a la vereda o canaleta en el alero con bajada de agua entubada.
- Enfatizar el uso de viga collar de madera seca y resistente con uniones firmes o viga chata de concreto armado

Estas campañas podrían ser impulsadas en las zonas periféricas de la ciudad en campañas sucesivas orientadas a pocos aspectos concretos en cada vez. Siempre acompañando la acción motivadora con incentivos a quienes las cumplan y estrictas medidas de control y sanción a los que las infrinjan.

**ANEXO - 01**

**FICHAS DE  
PROYECTOS**

**Nombre del Proyecto:**  
**REPTACION FONAVI - MOYOCORRAL**  
**DRENAJE SUPERFICIAL EN ZONA URBANA**

<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Urbanización Señor de Los milagros (FONAVI), Urb. Miraflores, Urb, Sta. Sebastiana, Trujipata, San Luis Alta y Baja, Bellavista alta.	Toda la población de las urbanizaciones indicadas.

**Objetivos específicos:**

- Disminuir los desplazamientos de reptación que se registran en la zona.
- Interceptar las aguas de escorrentía superficial evitando con esto la infiltración hacia el dominio de las aguas subterráneas.
- Disminuir la presión de poros en la superficie de deslizamiento.

<b>Temporalidad</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto plazo	Primera

<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
Correctivo	Medio

**Descripción:**  
 Cunetas en todas las vías, de concreto armado con juntas frecuentes articuladas con Water stop (Cada 3m). Todas las cunetas deben desembocar en los cauces y canalización adyacentes. Deben estar provistas de tapa de concreto perforada para evitar el ingreso de elementos extra

**Grafico:**



Cunetas

<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.



Nombre del Proyecto:  
**REPTACION FONAVI - MOYOCORRAL  
 DRENAJE PROFUNDO EN ZONA BAJA DEL DESLIZAMIENTO.**

<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Urbanización Señor de Los milagros (FONAVI), Urb. Miraflores, Urb, Sta. Sebastiana, Trujipata, San Luis Alta y Baja, Bellavista alta.	Toda la población de las urbanizaciones indicadas.

**Objetivos específicos:**

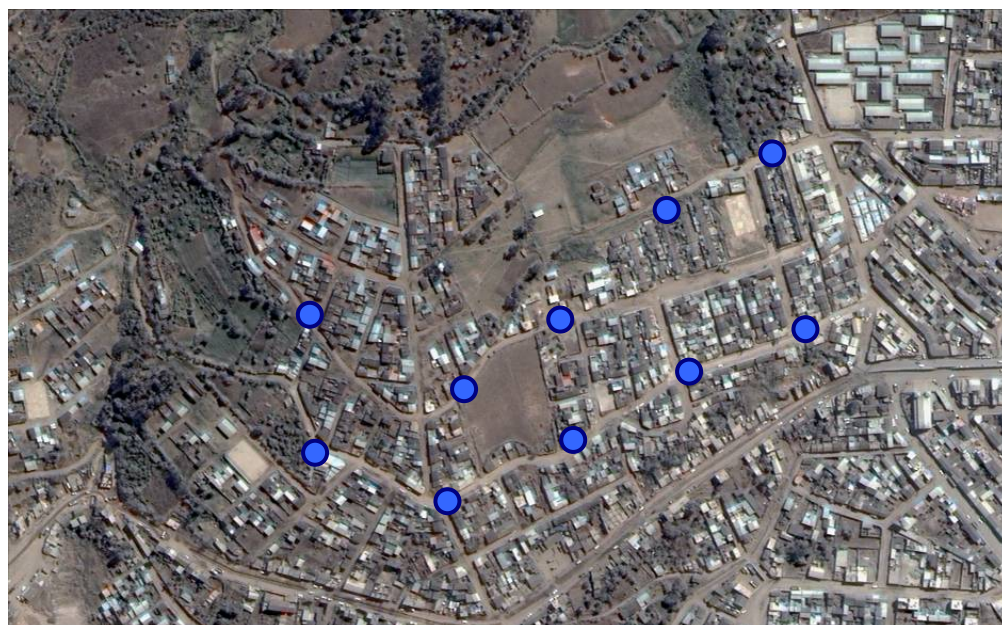
- Disminuir los desplazamientos de reptación que se registran en la zona.
- Deprimir el nivel de aguas subterráneas en el deslizamiento
- Disminuir la presión de poros en la superficie de falla del deslizamiento.

<b>Temporalidad</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto plazo	Primera


<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
Correctivo	Alto

**Descripción:**  
 Drenes verticales de 30m de profundidad ubicados a 50m de distancia entre ellos, provistos de sistema de bombeo permanente de agua.  
 El diámetro de la perforación puede ser de 8 a 12pulgadas si se emplea perforación mecánica, puede considerarse la excavación manual de 1m de diámetro, empleando anillos de concreto que se introducen en secciones.  
 De acuerdo a la calidad del agua extraída puede utilizarse esta agua para uso doméstico, industrial o riego de áreas verdes.

**Grafico:**



<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto: <b>REPTACION FONAVI - MOYOCORRAL CAMBIO DE SISTEMA DE RIEGO EN ZONAS AGRICOLAS SUPERIORES</b>	
Ubicación:	Beneficiarios:
Sectores de uso agrícola en Limapata, Umaccata y Moyocorral y parte alta.	Toda la población de las urbanizaciones Señor de Los milagros (FONAVI), Miraflores, Sta. Sebastiana, Trujipata, San Luis Alta y Baja, Bellavista alta zonas agrícolas en mencion.
Objetivos específicos:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir el volumen de infiltración en los terrenos agrícolas.</li> <li>• Disminuir los desplazamientos de reptación que se registran en la zona.</li> <li>• Disminuir la presión de poros en la superficie de falla del deslizamiento.</li> </ul>	
Temporalidad	Prioridad:
Corto plazo	Primera
Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Medio
Descripción:	
<p>El proyecto de cambio de sistema de riego en esta área debe considerar las siguientes etapas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesoramiento técnico a los agricultores de la zona mostrando las ventajas del riego por aspersión.</li> <li>• Incentivos económicos a los usuarios que instalen estos sistemas de riego.</li> <li>• Cambio de los canales existentes por tuberías flexibles de menor diámetro.</li> <li>• Uso de mangueras agrícolas.</li> <li>• Evaluación de posibles drenajes en zonas saturadas.</li> </ul>	
Grafico:	
	
Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

**Nombre del Proyecto:**  
**REPTACION FONAVI - MOYOCORRAL**  
**CONSERVACION DE FLORA NATIVA EN PARQUE NATURAL**

<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Bosques naturales en la ladera del cerro Lacreccasa y Puncuccasa.	Población del sector Oeste de la ciudad entre los ríos Ullpahuayco y Ñacchero .

**Objetivos específicos:**

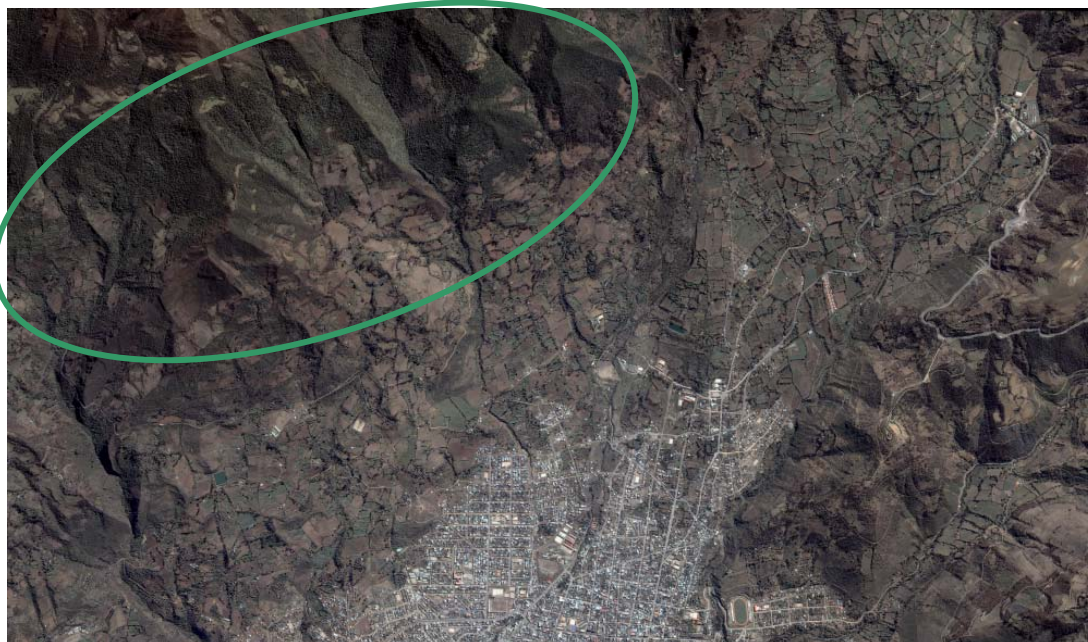
- Evitar la erosión superficial de suelos.
- Mejorar la retención de agua, reduciendo los volúmenes de escorrentía superficial.
- Elevar los niveles de evapotranspiración disminuyendo los efectos negativos del agua superficial y subterránea.

<b>Temporalidad</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto y largo plazo	Primera

<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
	Alto

**Descripción:**  
 Estudios de control del estado actual y evolución de la flora. Programas de educación en la comunidad de la zona para la prevención de incendios forestales. Establecimiento de puntos alarma inmediata para la detección temprana de incendios en el bosque.  
 Las medidas de conservación que se tienen vigente en la actualidad son adecuadas, se tiene conocimiento de la severidad en el control de la ganadería y tala inapropiadas. Estas medidas deben mantenerse.

**Grafico:**



<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**SECTOR CCOCHA PUMARANRA  
 CAMBIO DEL CANAL DE RIEGO POR ENTUBADO ANCLADO.**

Ubicación:	Beneficiarios:
Nor Este de la Ciudad de Abancay, comunidades de Pucacaca, Pucahuayco, Ccocha, Pumaranra, Bancapata alta.	Comuneros y agricultores de las zonas indicadas y habitantes de las zonas adyacentes a los ríos Colcaqui y Mariño.

Objetivos específicos:

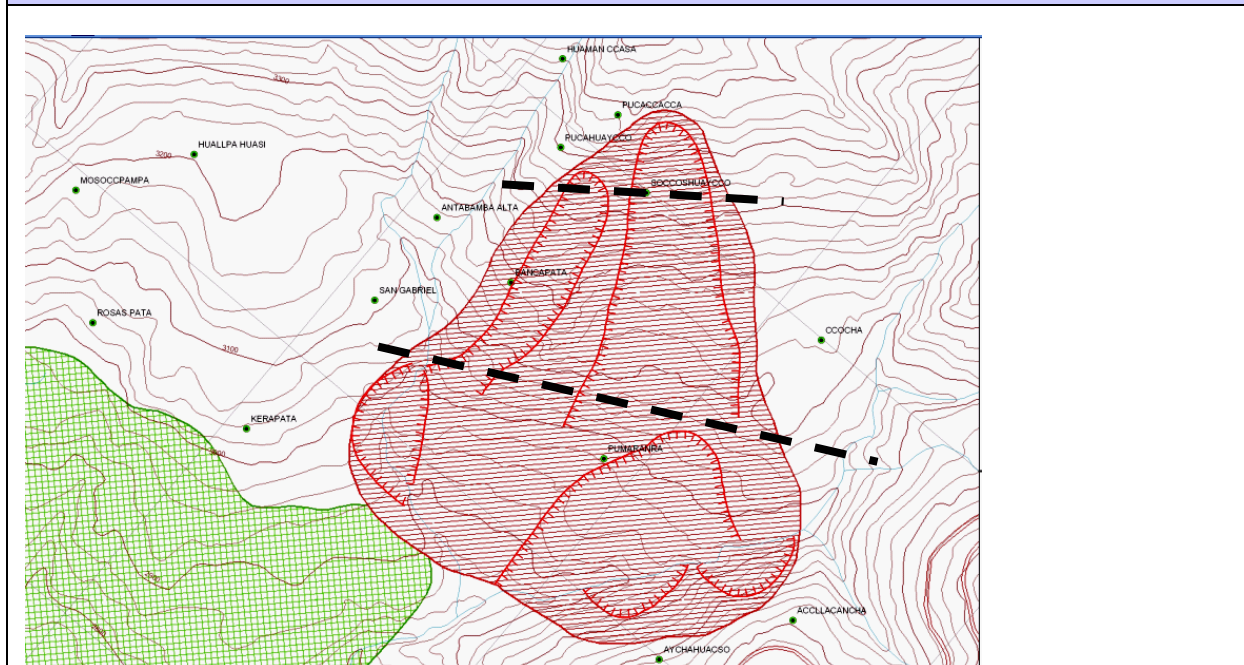
- Disminuir la probabilidad de rebose accidental por derrumbes o rotura del canal.
- Disminuir la presión de poros en la superficie de falla del deslizamiento.
- Mejorar la estabilidad del talud, disminuyendo la probabilidad de deslizamiento en caso de sismo.

Temporalidad	Prioridad:
Corto plazo	Primera

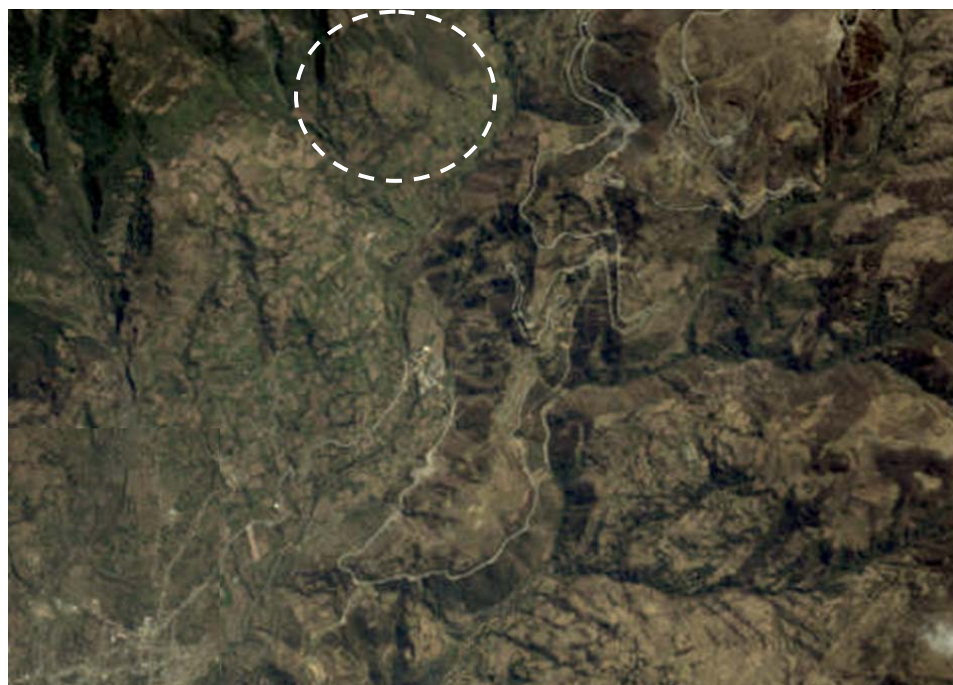
Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto

Descripción:  
 Los canales de riego que pasan por la parte alta del deslizamiento de Ccocha deben ser cambiados en este tramo por tuberías flexibles ancladas, con uniones que permitan grandes desplazamientos sin producir fugas. Se recomienda cambiar el servicio de riego por varias tuberías de menor diámetro con trazos distintos evitando la zona de deslizamiento.

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto: <b>SECTOR CCOCHA - PUMARANRA PROTECCION DEL AREA – USO RECREACION PASIVA..</b>	
Ubicación:	Beneficiarios:
Nor Este de la Ciudad de Abancay, comunidades de Pucacaca, Pucahuayco, Ccocha, Pumaranra, Bancapata alta.	Comuneros y agricultores de las zonas indicadas y habitantes de las zonas adyacentes a los ríos Colcaqui y Mariño.
Objetivos específicos:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la ocupación urbana de la zona deslizada.</li> <li>• Disminuir los elementos susceptibles de daños y perdidas por una posible reactivación del deslizamiento.</li> <li>• Disminuir la posibilidad de alteraciones que su ocupación podría producir.</li> </ul>	
Temporalidad	Prioridad:
Corto plazo	Segunda
Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Medio.
Descripción:	
<p>Establecer reglamentos en todas las instancias oficiales que prohíban la lotización o construcción de viviendas u otras edificaciones en la zona del deslizamiento.                      Establecimiento de una zona de recreación pasiva diurna, estacional, en el sector con implementación de caminos, y zonas de recreación campestre demarcadas.</p>	
Grafico:	
	
Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurímac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurímac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

**Nombre del Proyecto:**  
**RIO ULLPAHUAYCO**  
**AMPLIACION DE LA CANALIZACION ULLPAHUAYCO.**

<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Entre las Avenidas Jose M. Arguedas y Seoane).	Áreas adyacentes a la quebrada de Ullpahuayco entre Las avenidas de JM Arguedas y Seonane.

**Objetivos específicos:**

- Evitar que se desborde del río en casos de lluvias extraordinarias.
- Disminuir los daños en las edificaciones adyacentes.
- Evitar que se obstruya el tránsito en la Av. Seoane por inundaciones frecuentes.

<b>Temporalidad</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto plazo	Primera

<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
	Alto

**Descripción:**  
 Retiro (demolición) del canal existente y construcción de un canal de concreto de mayor capacidad.  
 Construcción del puente en la parte inferior con una mayor luz y altura, proyectado para la avenida milenaria considerando el paso de objetos arrastrados de gran tamaño.  
 Retiro parcial de los muros de las casas que se encuentren dentro del ancho del cauce calculado.

**Grafico:**



<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**QUEBRADA DEL CHINCHICHACA  
 CANALIZACIÓN PARA AVENIDAS FRECUENTES**

<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Desde la intersección de la quebrada con el canal de riego Mariño hasta su encuentro con el río el Olivo.	Habitantes de las zonas entre las Urb. La granja, Ampay, Las Torres, Colegio Nacional Miguel Grau, Ovalo el Olivo.

**Objetivos específicos:**  
 Los objetivos que se detallan están orientados a dar tránsito a las crecidas frecuentes del río Chinchichaca, mas no al fenómeno aluvionico producido por el desprendimiento del Nevado del Ampay y desembalse de la Laguna de Uspaycocha.

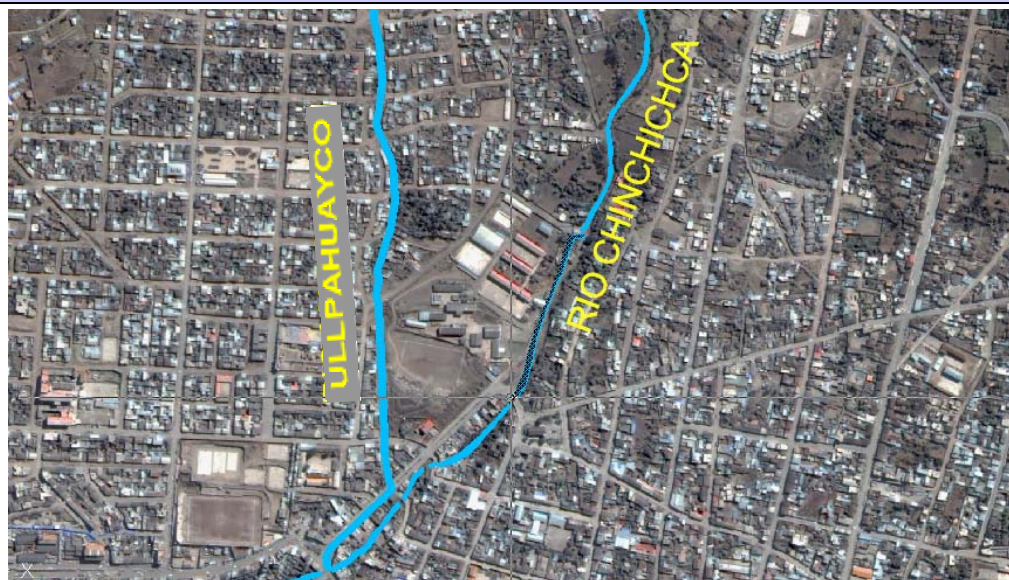
- Evitar que se desborde del río en casos de lluvias extraordinarias.
- Disminuir los daños en las edificaciones adyacentes.
- Evitar que se obstruya el tránsito en las Avenidas, Apurimac, Elías, Perú, etc.

<b>Temporalidad</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto plazo	Primera

<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
	Alto

**Descripción:**  
 Retiro (demolición) del canal existente y construcción de un canal de concreto de mayor capacidad.  
 Construcción del puente en la parte inferior con una mayor luz y altura, proyectado para la avenida milenaria considerando el paso de objetos arrastrados de gran tamaño.  
 Retiro de muros de viviendas que se encuentren en el ancho del cauce calculado.

**Grafico:**



<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**RIO COLCAQUI MARIÑO  
 PROTECCION DE LA FRANJA EN PELIGRO**

Ubicación:	Beneficiarios:
Franja del ancho del cauce mas amplio desde el puente Capelo hasta la confluencia con el río Mariño.	Urb. Hiroito, piscina riñón, barrio Mariño, sector huancana cocho. Usuarios de la via Cusco Abancay.

Objetivos específicos:

- Disminuir los efectos producidos por un huayco generado por embalse del río Colcaqui al pie del deslizamiento Ccocha.
- Evitar la construcción en la franja ribereña de los ríos Colcaqui y Mariño.
- Disponer de vías que permanezcan conectadas luego de un posible huayco como el indicado

Temporalidad	Prioridad:
Corto plazo	Primera

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto

Descripción:  
 Demolición de construcciones y reubicación de habitantes de las viviendas ubicadas en los cauces indicados.  
 Establecimiento de normas específicas que prohíban la construcción en este cauce.  
 Demarcación física de los márgenes del cauce natural mediante hitos, tramos de enmallado y cercos de piedra, para evitar que los propietarios hagan rellenos u otras obras ganando terreno hacia el cauce natural.

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda	Tesoro público y cooperación internacional.



Nombre del Proyecto: **CONSTRUCCION DE PUENTES DE GRAN ALTURA**

Ubicación:	Beneficiarios:
Construcción de Puentes: Capelo, Condebamba, Illanya y Ñacchero	Toda la población de Abancay.

Objetivos específicos:

- Evitar el aislamiento de la población en caso de huaycos o crecidas extraordinarias.
- Construir puentes de gran altura que permitan el paso de los huaycos que se puedan generar en las quebradas correspondientes, de acuerdo a los anchos indicados en el presente mapa de peligros.

Temporalidad:	Prioridad:
Corto y Mediano plazo	Primera

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto

Descripción:  
 Construcción de puentes de gran altura y ancho.  
 Construcción de obras de encauzamiento de magnitud compatible con el evento extraordinario estudiado (huayco), en cada caso.  
 Estos puentes permitirán el uso de vías alternas en caso de que algunas vías colapsen o sean interrumpidas.

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**NUEVO DESARROLLO DE LA CARRETERA PANAMERICANA**

Ubicación:	Beneficiarios:
Sector Oeste del la Ciudad hacia la salida por la carretera Nazca.	Toda la población de la ciudad de Abancay y las zonas de expansión urbana.

Objetivos específicos:

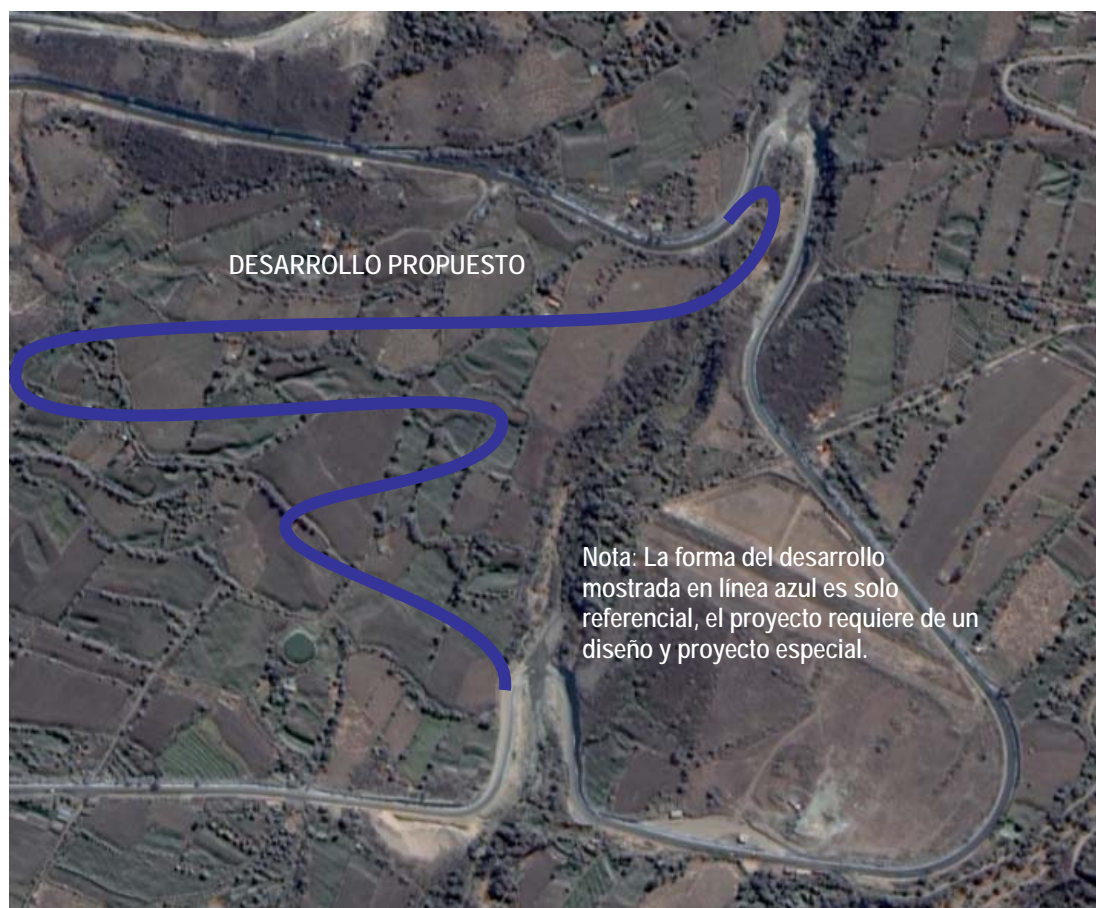
- Evitar el aislamiento de la población en caso de huaycos o crecidas extraordinarias.
- Evitar el paso obligado por dos badems de la carretera Panamericana a Nazca.

Temporalidad:	Prioridad:
Corto y Mediano plazo	Primera

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto

Descripción:  
 Se trata de la construcción de un desarrollo alternativo de la panamericana de modo que permita que la carretera siga funcionando luego de producirse un huayco por la quebrada del río Ñaccero.

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

**Nombre del Proyecto:**  
**PROTECCIÓN CONTRA DERRUMBE DE PIEDRAS EN  
 LADERA IZQUIERDA DEL RÍO MARIÑO**

<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Ladera pronunciada del cerro Huayllapata entre Cuicapuquio y Viracochapata alta y baja.	Comunidades servidas por la carretera panamericana antigua: Sectores de Alfarpata, San Gabriel y Pacpapata.

**Objetivos específicos:**

- Evitar las obstrucciones a la carretera antigua panamericana en entre la Puente Mariño y la conexión con la carretera Panamericana en la recta del Pachachaca.
- Permitir que esta vía funcione como una ruta de emergencia para evacuación de emergencia o atención post desastre.

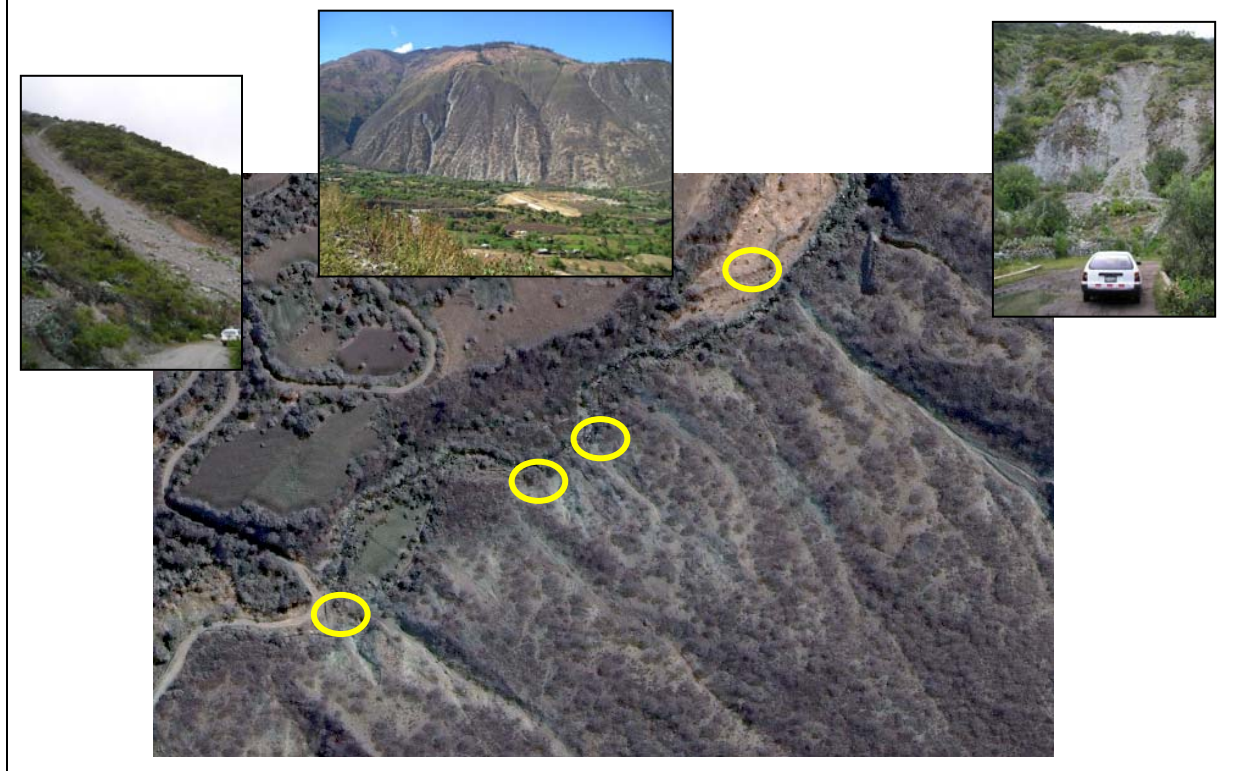
<b>Temporalidad:</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto y Mediano plazo	Segunda

<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
	Medio


**Descripción:**

- Construcción de muros de gaviones al pie de las cárcavas existentes en distintos niveles, de acuerdo a estudio previo.
- Construcción de enmallados de protección reforzados con cables anclados en tensores profundos.

**Grafico:**



<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:		<b>REUBICACION PROGRESIVA DE INSTITUCIONES ESTRATEGICAS.</b>	
Ubicación:		Beneficiarios:	
Ciudad de Abancay.		Toda la población de las urbanizaciones indicadas.	
Objetivos específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar nuevos locales para las instituciones de mayor importancia para casos de desastres en lugares seguros.</li> <li>• Propiciar una transferencia paulatina de funciones hacia los nuevos locales, y disminución de servicios en los locales antiguos.</li> </ul>			
Temporalidad		Prioridad:	
Mediano plazo		Primera	
Naturaleza del Proyecto:		Impacto en los objetivos:	
Correctivo		Medio	
Descripción:			
Reubicación Progresiva de las siguientes instituciones a lugares más seguros tomando como referencia el Mapa de Peligros del presente Estudio. INDECI, Hospitales, Bomberos, Oficina y depósitos de Ministerio de Transportes, Colegios, Universidades, Iglesias, otros.			
Grafico:			
 An aerial photograph of the city of Abancay, Peru. The image shows a dense urban area with a grid-like street pattern. Two red circles are drawn on the image to highlight specific areas. One circle is located in the lower-left quadrant, and the other is in the middle-right quadrant. The surrounding terrain appears to be hilly and somewhat rugged.			
Entidad Promotora:		Financiamiento:	
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes		Tesoro público y cooperación internacional.	

Nombre del Proyecto:

**CONSTRUCCION DE AVENIDAS AMPLIAS EN  
AREAS DE EXPANSION URBANA**

Ubicación:

Ciudad de Abancay

Beneficiarios:

Toda la población de Abancay.

Objetivos específicos:

- Propiciar el desarrollo de la ciudad en zonas de bajo peligro.
- Disminuir la presión de ocupación urbana en zonas de alto peligro.
- Proporcionar una franja corta fuego en la zona mas poblada de árboles.
- Tener accesos amplios para atención de incendios de todo tipo.

Temporalidad

Mediano plazo

Prioridad:

Segunda

Naturaleza del Proyecto:

Impacto en los objetivos:

Medio

Descripción:

Construcción de dos avenidas muy de 50m de ancho siguiendo líneas de pendiente muy baja, en las que no se permita la implantación de especies arbóreas con carriles separados en ambos sentidos y canal central con flujo de agua.

Grafico:



Entidad Promotora:

Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, Beneficiarios organizados en asociaciones de vivienda

Financiamiento:

Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**PROTECCION CONTRA INCENDIO.  
 LADERA DE MOYOCORRAL ALTO Y LIMAPATA**

Ubicación:	Beneficiarios:
Ladera del cerro puncuccasa sector superior a moyocorral alto y Limapata	Toda la población de Abancay y principalmente el sector Nor Oeste.

Objetivos específicos:  
 Evitar la propagación de incendios en el bosque natural existente.

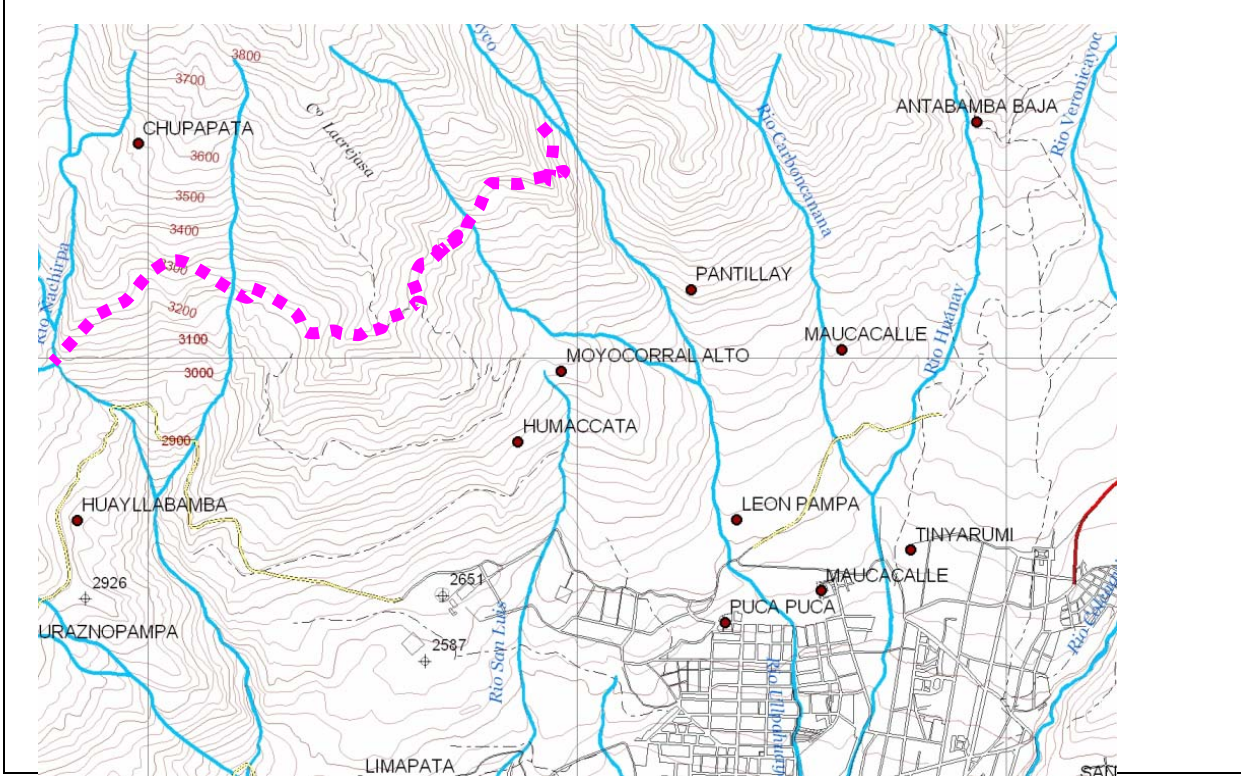
Temporalidad:	Prioridad:
Corto y Mediano plazo	Segunda

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Medio

Descripción:

- Construir una franja cortafuego, transversal, paralela a las curvas de nivel en la que se elimine toda la vegetación arbustiva, dejando pastos naturales.
- Al medio de esta franja debe construirse una vía afirmada que sirva de acceso rápido a las zonas con peligro de incendios.
- Reservorio de agua y red de hidrantes contra incendio.
- Estaciones de alarma temprana en base a sistemas de comunicación inalámbrica contemporánea (celular)

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO  
 LADERA DEL AMPAY ENTRE USPAYCOCHA Y MAUCALLE**

Ubicación:	Beneficiarios:
Bosques del sector indicado en el nombre del Proyecto.	Toda la población de Abancay y principalmente el sector Norte.

Objetivos específicos:  
 Evitar la propagación de incendios en el bosque natural existente en el Santuario Nacional del Ampay.

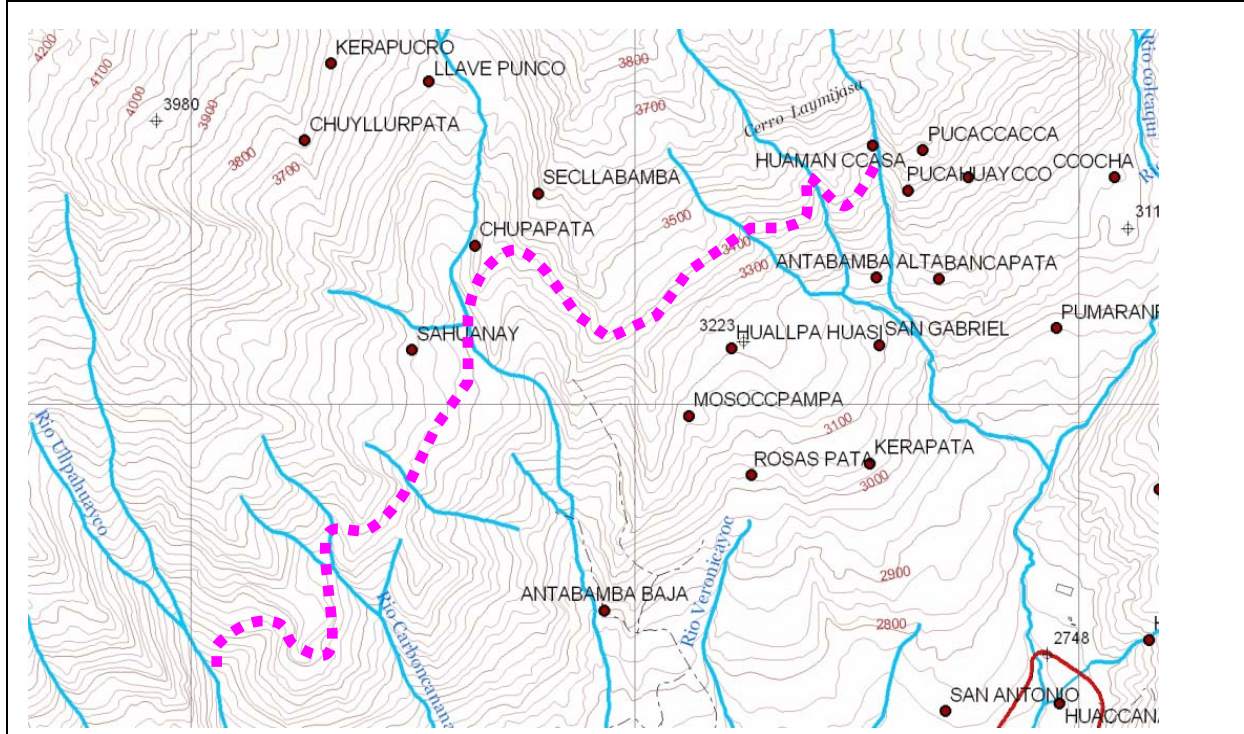
Temporalidad:	Prioridad:
Corto y Mediano plazo	Primera

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto.

Descripción:

- Construir una franja cortafuego, transversal, paralela a las curvas de nivel en la que se elimine toda la vegetación arbustiva, dejando pastos naturales.
- Al medio de esta franja debe construirse una vía afirmada que sirva de acceso rápido a las zonas con peligro de incendios.
- Reservorio de agua y red de hidrantes contra incendio.
- Estaciones de alarma temprana en base a sistemas de comunicación inalámbrica contemporánea (celular)

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurímac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurímac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE FONAVI - MOYOCORRAL.**

Ubicación:	Beneficiarios:
Sectores superior medio e inferior de la ladera en movimiento.	Residentes de las Urbanizaciones Señor de Los milagros (FONAVI), Miraflores, Sta. Sebastiana, Trujipata, San Luis Alta y Baja, Bellavista alta.

Objetivos específicos:  
 Determinar la magnitud, velocidad e historia de desplazamientos del fenómeno de reptación identificado en este sector.

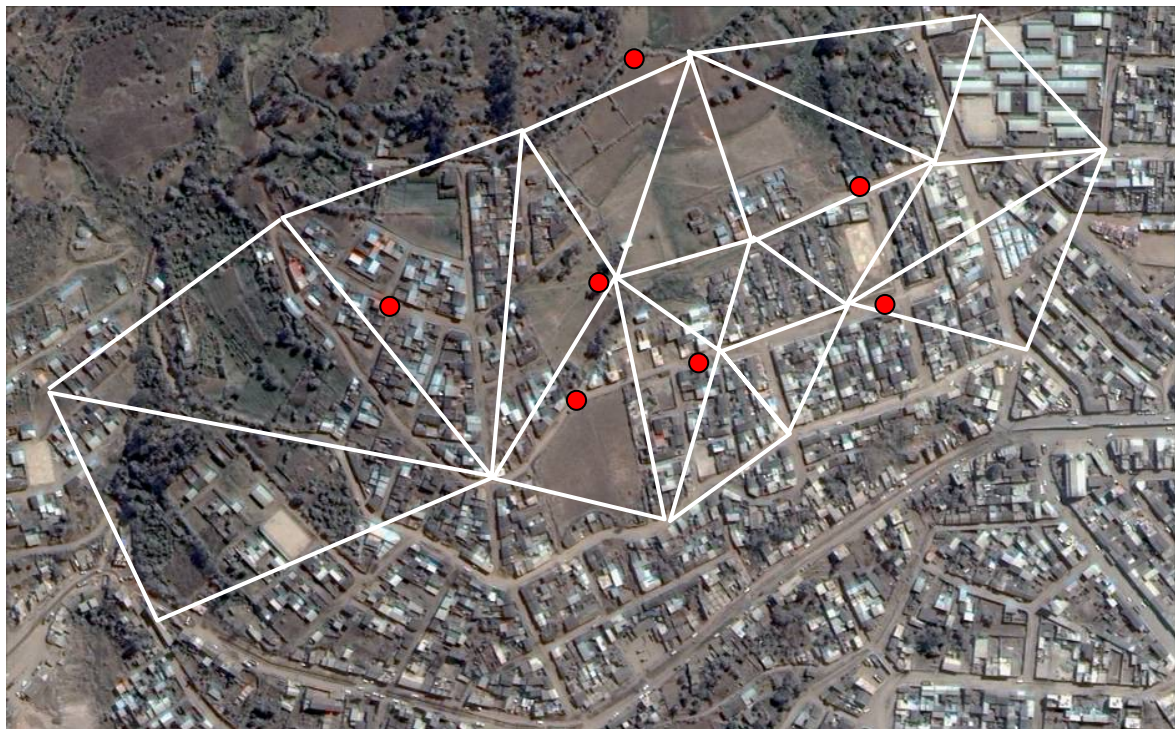
Temporalidad:	Prioridad:
Corto	Primera

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto.

Descripción:

- Implantación de una red de puntos fijos (hitos de precisión) dotados de un levantamiento topográfico de primer nivel y medidas de seguridad y protección duraderas.
- Instalación de inclinómetros de 80m de profundidad aproximadamente.
- Instalación de piezómetros tipo casagrande.

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.



**Nombre del Proyecto:**  
**MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE CCOCHA - PUMARANRA.**

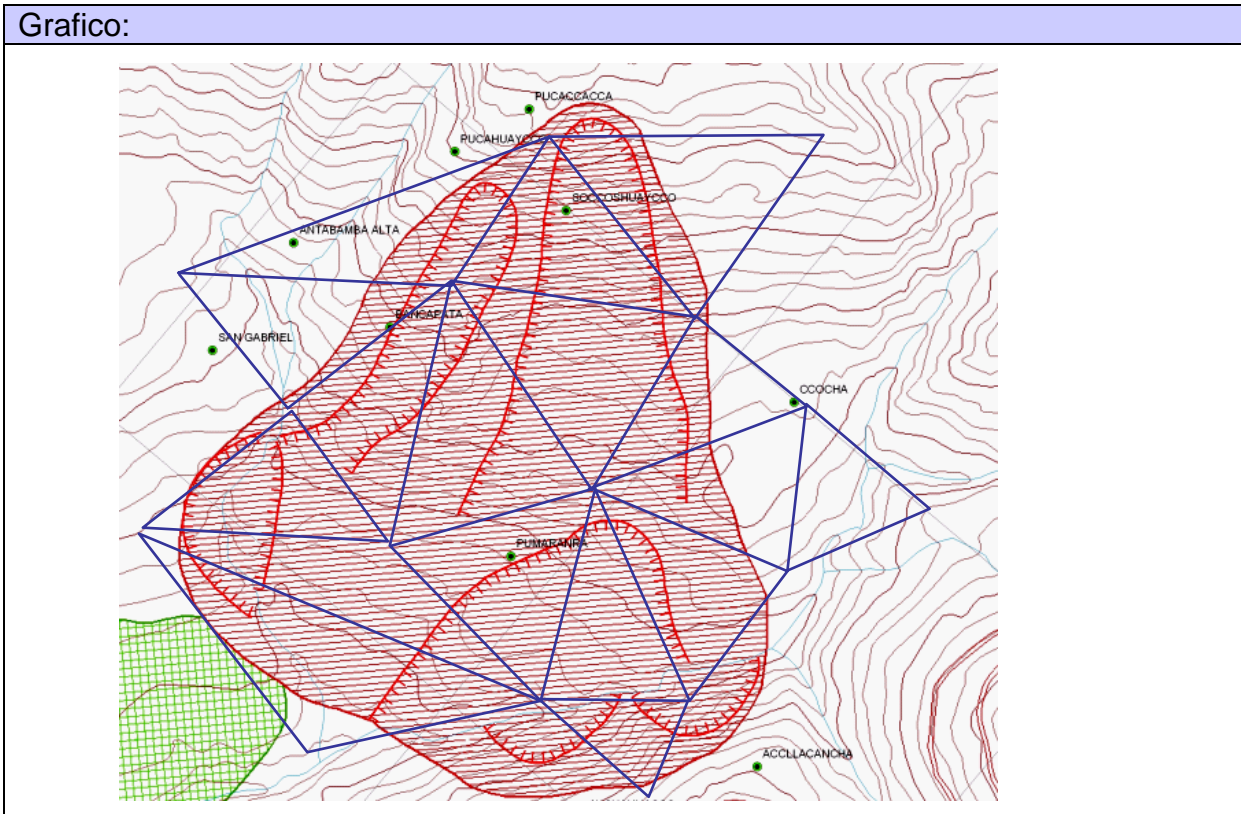
<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Sector Nor Este de la Ciudad a 2 Km quebrada arriba del puente Capelo.	Comunidades de Ccocha, Pumaranra y toda la franja ribereña del río Colcaqui.

**Objetivos específicos:**  
 Establecer la probabilidad de falla del talud.  
 Generar proyecciones aproximadas del momento mas probable de falla.


<b>Temporalidad:</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto y Mediano plazo	Segunda

<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
	Medio

- Descripción:**
- Red topográfica de monitoreo periódico del deslizamiento.
  - Levantamientos topográficos periódicos.



<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

<b>Nombre del Proyecto:</b>	
<b>ESTACIONES DE AFORO EN RÍO MARIÑO, Y CHINCHICHACA.</b>	
<b>Ubicación:</b>	<b>Beneficiarios:</b>
Para el río Mariño en el Puente San Ignacio y para el río Chichichaca en el vado de Leompampa.	Toda la población de Abancay.
<b>Objetivos específicos:</b>	
Contar con un registro hidrométrico de los cauces principales del valle de Abancay.	
<b>Temporalidad:</b>	<b>Prioridad:</b>
Corto y Mediano plazo	Primera
<b>Naturaleza del Proyecto:</b>	<b>Impacto en los objetivos:</b>
	Medio.
<b>Descripción:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir una sección de aforo de sección fija con muros laterales y base de concreto armado.</li> <li>• Instalar un linnímetro electrónico en cada sección.</li> <li>• Calibración de la sección de aforo utilizando un correntómetro.</li> </ul>	
<b>Grafico:</b>	
	
<b>Entidad Promotora:</b>	<b>Financiamiento:</b>
Gobierno Regional de Apurímac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurímac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

Nombre del Proyecto:  
**COMPLETAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE ABANCAY.**

Ubicación:	Beneficiarios:
Ciudad de Abancay.	Toda la población de Abancay y poblados de toda la cuenca.

Objetivos específicos:  
 Contar con información actualizada de los parámetros climatológicos e hidrológicos de la zona.  
 Monitorear las variaciones de las principales variables climáticas: temperatura, presión atmosférica, vientos, precipitaciones, humedad, evapotranspiración, horas de sol y otros.

Temporalidad:	Prioridad:
Corto y Mediano plazo	Primera

Naturaleza del Proyecto:	Impacto en los objetivos:
	Alto.

Descripción:  
 • Instalación de anemómetro, evaporímetro, barómetro, higrómetro.

Grafico:



Entidad Promotora:	Financiamiento:
Gobierno Regional de Apurimac, Municipalidad Provincial de Abancay, INDECI-Apurimac. Ministerio de Salud, Ministerios de Transportes	Tesoro público y cooperación internacional.

# **ANEXO - 02**

# **SUELOS**

RESUMEN DE RECOPIACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.

N°	CLAVE	G	S	F	Tipo	LL	IP	$\phi_{est.}$	C	$\gamma$	w%	CBR	Nspt	qa(est)
1	ECRO	55.0	24.0	21.0	G	32.1	6.64			1.94	8.1	8.1		
2		65.0	21.0	14.0	G	32.6	10.93			1.94	8.7	27.5		
3		63.0	25.0	12.0	G	30.5	26.38			1.94	8.7	35.7		
4	PBLA	33.0	30.0	37.0	G	14.4	NP			1.94	8.8			
5		38.0	23.0	39.0	G	26.9	5.34			1.94	7.6			
6		43.0	23.0	34.0	G	35.5	12.43			1.94	13.5			
7		16.0	19.0	65.0	F	35.3	13.25			1.94	16.4			
8		52.0	28.0	20.0	G	32.5	9.03			1.94	6.8			
9		41.0	29.0	30.0	G	25.6	7.87			1.94	6.9			
10		32.0	31.0	37.0	G	34.9	6.11			1.94	9.2			
11		52.0	30.0	18.0	G	34.0	9.99			1.94	10.1			
12		51.0	15.0	34.0	G	33.8	9.65			1.94	11.7			
13		24.0	31.0	45.0	S	25.8	7.13			1.94	8.2			
14		55.0	19.0	26.0	G	24.7	7.14			1.94	9.2			
15		32.0	35.0	33.0	S	24.2	6.29			1.94	11.0			
16		52.0	15.0	33.0	G	33.1	10.67			1.94	7.8			
17		42.0	24.0	34.0	G	31.5	8.18			1.94	4.9			
18		45.0	24.0	31.0	G	35.1	12.82			1.94	14.8			
19		52.0	27.0	21.0	G	38.4	9.71			1.94	9.9			
20		38.0	30.0	32.0	G	45.1	11.23			1.94	15.6			
21	PPJCM	34.0	34.0	32.0	S	30.8	8.03			2.06	4.5	26.0		
22		43.0	31.0	26.0	G	21.6	3.58			2.14	1.9	18.4		
23		10.0	51.0	39.0	S	21.9	4.88			1.94	4.7			
24		38.0	19.0	43.0	G	21.9	4.52			1.94	3.2			
25		34.0	22.0	44.0	G	20.9	4.64			1.94	3.3			
26		41.0	29.0	30.0	G	27.1	5.76			2.06	5.5	26.0		
27		45.0	10.0	45.0	G	26.4	7.17			1.94	3.8			
28		58.0	24.0	18.0	G	34.0	9.99			1.86	10.1	24.0		
29		45.0	20.0	35.0	G	18.2	2.75			1.94	4.9			
30		11.0	51.0	38.0	S	35.1	12.82			1.91	14.8	16.8		
31		43.0	16.0	41.0	G	25.3	6.82			1.94	3.5			
32		11.0	46.0	43.0	S	21.8	3.67			1.98	3.1	6.1		
33		18.0	40.0	42.0	S	23.5	4.69			1.94	2.4			
34		15.0	43.0	42.0	S	21.4	4.73			1.86	1.8	5.0		
35	A3VAR	12.8	77.1	10.1	S	23.1	3.05			2.55	7.2	10.7		
36					S					1.94				
37		52.0	33.4	14.6	G					1.94				
38		51.8	34.6	13.6	G			35.00		1.91	7.2			
39	MTMA	34.3	28.9	36.8	G					1.94	17.9			
40					F	29.0	7.00	30.00		1.45				
41	AMCA	61.1	21.6	17.3	G	37.9	7.43			1.94	10.7			1.51
42		47.3	31.3	21.4	G	31.8	6.87			1.95	9.8			1.05
43	AGRA				G					1.94				
44		58.1	21.2	20.7	G	19.2	5.08	28.00	0.05	1.89	11.0			2.71
45		43.2	32.8	24.0	G	19.1	4.26	28.00	0.05	1.92	10.9			2.74
46	PCPA	48.0	28.0	24.0	G	28.0	6.00			1.94	11.3			
47		56.0	24.0	20.0	G	27.0	6.00			1.94	2.6			

**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
**PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:**

Continuación

N°	CLAVE	G	S	F	Tipo	LL	IP	$\phi_{est.}$	C	$\gamma$	w%	CBR	Nspt	qa(est)
48		38.0	17.0	45.0	G	49.0	20.00			1.94	7.8			
49		27.0	33.0	40.0	S	41.0	15.00			1.94	6.3			
50		47.0	17.0	36.0	G	58.0	28.00			1.94	6.2			
51		51.0	23.0	26.0	G	29.0	8.00			1.94	9.4			
52		49.0	17.0	34.0	G	35.0	9.00			1.94	12.3			
53		38.0	34.0	28.0	G	30.0	9.00			1.94	7.1			
54		31.0	30.0	39.0	G	25.0	9.00			1.94	8.0			
55		42.0	20.0	38.0	G	41.0	20.00			1.94	5.3			
56		19.0	34.0	47.0	S	23.0	5.00			1.94	7.0			
57		28.0	34.0	38.0	S	28.0	9.00			1.94	6.0			
58		34.0	35.0	31.0	S	25.0	6.00			1.94	16.3			
59		Rell			G					1.94				
60		42.0	30.0	28.0	G	32.0	6.00			1.94	7.4			
61		31.0	36.0	33.0	S	28.0	6.00			1.94	6.2			
62		31.0	27.0	42.0	G	31.0	8.00			1.94	7.4			
63		32.0	30.0	38.0	G	30.0	10.00			1.94	6.0			
64		24.0	40.0	36.0	S	29.0	10.00			1.94	17.4			
65		39.0	30.0	31.0	G	26.0	6.00			1.94	4.4			
66		50.0	23.0	27.0	G	32.0	10.00			1.94	7.5			
67		51.0	28.0	21.0	G	25.0	7.00			1.94	7.0			
68		32.0	40.0	28.0	S	31.0	9.00			1.94	7.4			
69	PVEA	42.0	36.0	22.0	G	29.3	2.72			1.94	20.4			
70		28.0	43.0	29.0	S	23.5	5.63			1.94	11.9			
71		33.0	31.0	36.0	G	44.1	21.18			1.94	13.9			
72		17.0	22.0	61.0	F	47.8	24.25			1.71	33.4	11.0		
73		15.0	27.0	58.0	F	51.7	28.35			1.80	17.0	5.9		
74		13.0	39.0	48.0	S	43.7	18.02			1.93	18.5	5.0		
75		20.0	57.0	23.0	S	27.1	4.96			1.94	27.6			
76		11.0	41.0	48.0	S	45.2	23.45			2.08	14.1	5.0		
77		11.0	24.0	65.0	F	47.7	28.51			1.94	25.6			
78	EC	Rock			R					1.94				
79		Rock			R					1.94				
80		Rock			R					1.94				
81		24.1	30.5	45.4	S	62.1	24.39			1.94	14.5			
82		69.4	17.9	12.7	G	NP	NP	36.00	0.00	2.16	11.3		20	
83		50.9	15.7	33.4	G	41.7	17.30			1.94	12.6		18	
84	AUNMB				F					1.94			15	
85					F			25.00	0.37	2.15			20	2.14
86					F					1.94			15	
87					G					1.94				
88					S					1.94				
89	PC	33.0	43.0	24.0	S	31.5	9.71	20.00	0.16	2.02				2.18
90		Bol			G					1.94				
101	CDAAA				G					2.30	8.1			
102					G					1.94				
103					G					2.21	5.5			
104					G					2.18	6.2			
105	PBB	28.8	39.1	32.0	G	22.3	7.74			1.94	6.4			

**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
**PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:**

Continuación.

N°	CLAVE	G	S	F	Tipo	LL	IP	φest.	C	γ	w%	CBR	Nspt	qa(est)
106					G					2.13	5.1			
107	APVIS				F			25.00	0.20	1.39				
108		11.0	20.6	68.4	F	47.2	12.80	38.00		1.95	13.6			
109	CQ				G					1.94				
110	EC	53.0	31.5	15.5	G	20.9	7.05			1.94	5.7			
111					G			34.00		2.03	4.8			
112	CEPVG	3.7	13.1	83.2	F	61.2	21.10			1.94	31.1			
113	A90LC	33.5	34.1	32.4	S	29.7	16.89	38.00	0.05	1.94	6.7			
114	CCSC	50.5	24.3	25.2	G	32.0	20.02	25.00	1.25	1.94	18.6			
115	VE	3.7	13.2	83.1	F	25.6	5.97			1.94	6.1			
116		24.5	51.9	23.6	S	37.0	17.42			1.94	8.8			
117		21.7	58.0	20.3	S	29.5	11.28			1.94	8.6			
118		10.6	50.6	38.8	S	44.3	21.58			1.94	10.0			
119		13.1	76.5	10.4	S	30.6	15.88			1.94	10.1			
120		17.1	50.7	32.2	S	26.5	5.78			1.94	23.9			
121		22.4	57.1	20.5	S	34.9	14.31			1.94	7.9			
122		24.3	57.9	17.8	S	24.0	4.67			1.94	8.6			
123		15.8	58.9	25.4	S	41.9	14.74			1.94	14.6			
124		12.0	39.7	48.3	S	29.4	7.68			1.94	11.4			
125		17.3	18.2	64.5	F	44.5	14.78			1.94	23.3			
126		61.3	33.0	5.7	G	44.5	18.51			1.94	3.9			
127		27.9	44.7	27.4	S	28.4	8.61			1.94	5.6			
128		14.2	28.9	56.9	F	23.4	4.02			1.94	11.2			
129		25.4	27.2	47.3	F	40.4	6.83			1.94	14.9			
130		28.0	32.2	39.9	S	39.4	11.85			1.94	19.8			
131		33.0	47.4	19.6	S	19.2	6.26			1.94	6.2			
132		32.6	33.5	33.8	S	28.8	11.76			1.94	19.4			
133		28.9	34.0	37.2	S	35.0	7.50			1.94	4.3			
134		1.1	17.0	81.9	F	41.3	17.03			1.94	18.3			
135		2.2	37.4	60.4	F	27.0	4.74			1.94	17.8			
136	RSE	41.0	33.0	26.0	G	29.5	8.38	27.37	1.87	1.94	12.5			1.83
137		46.0	37.0	17.0	G	28.3	8.22	32.77	1.96	1.94	11.1			
141	CSRPX				G					1.94				
142					G					1.94				
143					G					1.94				
144		39.3	27.8	32.9	G	36.9	5.65			2.04	6.8	20.8		
145		54.4	16.5	29.1	G	44.8	14.34			2.00	2.8	26.3		
146		54.4	23.0	22.5	G	22.2	4.41			2.09	3.7	19.0		
147		52.4	26.5	21.1	G	24.0	3.70			2.10	3.5	32.2		
148		52.5	28.9	18.6	G	32.0	8.16	30.00		1.70	4.4			1.33
149		54.2	34.1	11.8	G	27.1	3.72	25.00		1.62	4.4			1.37
150		54.6	21.6	23.8	G	35.3	6.50	25.00		1.50	5.7			1.22
151		63.9	27.1	9.0	G	31.9	4.57	35.00		1.78	5.4			1.88
152		51.5	42.9	5.6	G	24.1	4.55	30.00		1.84	4.6			1.67
153		50.6	23.8	25.6	G	27.9	8.87	30.00		1.79	6.3			1.45
154		47.3	31.3	21.4	G	30.0	6.16	30.00		1.77	5.6			1.35
155		60.7	29.0	10.3	G	22.1	NP	30.00		1.87	6.6			1.38

## RESULTADOS DE DESCRIPCIÓN DE TALUDES Y CORTES.

- 01 Talud de 2.5 m de alto de arena gruesa angulosa y grava angulosa media de caliza con limo arcilloso marrón claro con raíces y poca bolonería.
- 02 Talud de 08 m de alto de piedra y grava angulosa de caliza dura con arena gruesa y limo Gris oscuro muy compacto. Esquisto.
- 03 Talud de 2.5 m de alto de grava con arena angulosa y limo amarillo con viso marrón claro, saprolito blanquecino.
- 04 Talud de 15 m de alto de roca diorita esquistosa que produce grava arenosa con limo granulado marrón anaranjado.
- 05 Talud de 06 m de piedra sub redondeada caliza y grava angulosa (esquisto) con limo arcilloso y poca arena, color marrón blanquecino claro, origen aluvial.
- 06 Pequeño corte de 0.5m de alto de grava sub redondeada de roca caliza con abundante limo suave y poca arena, marrón amarillento claro, material de origen coluvial.
- 07 Talud de 04 m de alto de grava sub redondeada de mineralogía variada y piedra redondeada de roca caliza con arena y limo, marrón blanquecino, estratificado.
- 08 Talud de 4.5 m de alto de Grava y piedra Sub angular de roca caliza con arena limosa color gris blanquecino con raíces, material de origen coluvial.
- 09 Talud de 13 m de alto de Grava y piedra Sub angular de roca caliza con arena limosa color gris blanquecino con raíces, material de origen coluvial.
- 10 Talud de 5 m de alto de Grava sub redondeada plana y arena gruesa con limo y piedra grande marrón blanquecino claro presenta lentes arenosos, formación por depósitos coluviales sucesivos.
- 11 Talud de 3.8 m de alto de Roca alterada hacia la superficie 0.60 m de tierra sobre 0.50m de esquisto de roca granito de cristales pequeños, material gris verduzco claro.
- 12 Talud de 10 m de alto de Grava de granito bandeado (Gneiss) con limo y piedra, poca arena, suelo residual.
- 13 Talud de 07 m de alto de Roca Gneiss flectado color blanco amarillento. en la superficie 0.50m del mismo material con limo y raíces color marrón rojizo claro.
- 14 Talud de 06 m de alto de Arcilla arenosa con grava y piedra color marrón negruzco claro con puntos blancos. (Caliche)
- 15 Talud de 05 m de alto de Grava bien gradada sub angular y Arena media y fina con limo seco y piedra y bolonería redondeada, color amarillo blanquecino con viso naranja.
- 16 Talud de 04 m de alto de Piedra y grava sub angular de roca negra "pintada" de blanco (caliza) con limo y arena amarillo blanquecino claro.
- 17 Talud de 1.5 m de alto de Limo arcilloso con arena fina y grava, marrón rojizo claro con raíces.
- 18 Talud de 04 m de alto de Limo arcilloso con grava angulosa media, arena y piedra, amarillo anaranjado blanquecino, material coluvial, seco.
- 19 Talud de 10 m de alto de roca exfoliada por intemperismo de granito gris verdoso con puntos blancos, presenta estrato blando morado con afloramiento de humedad.
- 20 Talud de 2.5 m de alto de Arcilla con grava y piedra angulosa de roca arenisca poca arena, color marrón rojizo oscuro, material coluvial.
- 21 Material similar con afloramiento de agua.
- 22 Talud de 08 m de alto de Piedra y grava angulosa de roca arenisca y limo marrón grisáceo oscuro, material de origen coluvial.
- 23 Talud de 30 m de alto de Roca negra manchada con naranja macroestructura tabular (a 1 metro) con diaclasamiento laminar (foliada), estratificación 60° descendente hacia el interior del talud.
- 24 Talud de 20 m de alto de Roca floja, fragmentos de hasta 4m angulares con arena y limo gris oscuro.



- 25 Vadem de 1 m<sup>3</sup>/seg marca 04+740 (foto)
- 26 Talud de 20 m de alto de Roca negra manchada con naranja macroestructura tabular (a 1 metro) con diaclasamiento laminar (foliada), estratificación 60° descendente hacia el interior del talud.
- 27 Talud de 2.5 m de alto de Arcilla con grava angulosa de lutita y arena color gris marrón blanquecino oscuro, con raíces, origen coluvial.
- 28 Talud de 07 m de alto de Roca arenisca diaclasada con limo marrón rojizo claro.
- 29 Talud de 40 m de alto de piedra hasta 1 m y grava granito con arena media y fina y limo marrón blanquecino claro coluvial.
- 30 Talud de 22 m de alto de Grava con arena fina piedra y finos limosos, de roca granito, color marrón blanquecino claro, de origen aluvial. Los primeros 7 m es arena amarillenta con limo grava y piedra, material estratificado.
- 31 Talud de 20 m de alto de Arena gruesa cuarcífera (arcosa) con grava limo y piedra, color amarillo, material residual con delgada cobertura coluvial.
- 32 Talud de 12 m de alto de Arena arcillo limosa con grava menuda y piedra angulosa de roca arenisca, color marrón rojizo oscuro, origen coluvial.
- 33 Talud de 21 m de alto de Roca de yeso color gris con superficie rosada, presenta vacíos y oquedades.
- 34 Talud de 34 m de alto de Piedra con arena, grava subredondeada y finos color marrón rojizo blanquecino en seco. Lentas de finos con piedra y lentas de grava.
- 35 Talud de 18 m de alto de Roca de yeso con franja vertical de caliza al medio, presenta profunda cueva.
- 36 Talud de 30 m de alto de Caliza fragmentada, cantera.
- 37 Talud de 50 m de alto de Piedra hasta 2 m con grava de roca negra, sub redondeada y arena media y fina y poca arcilla. Blanco amarillento claro, material coluvial heterogéneo.
- 38 Talud de 05 m de alto de Arcilla y arena con grava y piedra angulosa, color marrón rojizo oscuro, material coluvial.
- 39 Talud de 05 m de alto de
- 40 Talud de 01 m de alto de Piedra y grava sub redondeada de roca caliza con arena gruesa y finos limosos. Color marrón grisáceo oscuro, material coluvial. (agua)
- 41 Talud de 0.6 m de alto de Piedra arena y grava sub redondeada de roca caliza, marrón grisáceo oscuro, material coluvial, extremo de zanja.
- 42 Talud de 0.8 m de alto de arena angulosa con grava y piedra sub redondeada de roca caliza y finos limo arcillosos, color marrón grisáceo oscuro, material coluvial, extremo de zanja.
- 43 Talud de 01 m de alto de arena angulosa con grava y piedra sub redondeada de roca caliza y finos limo arcillosos, color marrón grisáceo oscuro, material coluvial, zapata excavada recientemente.
- 44 Talud de 05 m de alto de Piedra con grava sub redondeada de roca caliza, arena media y fina y finos marrón grisáceo claro, material coluvial, presenta franja de grava.
- 45 Talud de 2.5 m de alto de grava angulosa hasta 2" arenosa con arcilla marrón rojiza clara, material coluvial.
- 46 Talud de 08 m de alto de Grava con piedra de forma angulosa de roca granito arena gruesa y finos limosos marrón rojizo claro. en la base del talud se ve 3 m de roca granito.
- 47 Talud de 18 m de alto de roca descompuesta cuarcita (o arenisca) bandeada gris con viso marrón con franja amarilla.
- 48 Talud de 07 m de alto de Esquisto que sale en forma de grava angulosa de 2" con limo marrón amarillento claro.
- 49 Talud de 30 m de alto de Grava con bolonería y arena subredondeada marrón rojizo claro.
- 50 Talud de 20 m de alto de Grava con bolonería y arena subredondeada marrón rojizo claro.

- 51 Talud de 1.6 m de alto de Arcilla roja con piedra hasta 10" y arena gruesa.  
 52 Talud de 55 m de alto de roca Gneiss verde turquesa, derrumbe.

### COMPOSICIÓN ESTIMADA DEL MATERIAL DESCRITO EN TALUDES.

N°	Piedra	Grava	Arena	Finos
1	0	35	40	25
2	70	20	6	4
3	0	80	10	10
4	ROCA			
5	40	30	5	25
6	0	40	10	50
7	25	50	15	10
8	20	60	10	10
9	20	60	10	10
10	5	60	20	15
11	ROCA			
12	10	70	5	15
13	ROCA			
14	2	3	25	70
15	12	50	20	18
16	70	20	4	5
17	0	5	20	75
18	5	15	10	70
19	ROCA			
20	6	30	5	60
21				
22	70	25	0	5
23	ROCA			
24				
25	ROCA			
26				

N°	Piedra	Grava	Arena	Finos
27	0	7	3	90
28	ROCA			
29	45	30	20	5
30	30	40	20	10
31	3	25	60	12
32	15	20	25	40
33	ROCA			
34	40	20	25	15
35	ROCA			
36	ROCA			
37	40	20	25	15
38	5	10	25	60
39				
40	30	25	20	15
41	20	10	25	45
42	15	20	30	35
43	15	20	30	35
44	35	30	25	10
45	0	10	25	65
46	30	40	20	10
47	ROCA			
48	ROCA			
49	40	30	30	0
50	40	30	30	0
51	10	5	15	70
52	ROCA			

### DESCRIPCIÓN DE SUELOS EN CALICATAS.

- Pz-01** Hasta 0.90 m Estrato de grava (Gneiss) con limo color marrón oscuro compacto heterogéneo poco húmedo, la grava es angulosa bien gradada hasta 2" con arena gruesa angulosa y finos no plásticos.  
 Hasta 1.20 m Traza de grava con arena color marrón claro, compacto homogéneo poco húmedo, la grava es uniforme, la arena es limosa gradada y angulosa, presenta raíces.  
 Hasta 2.50 m Estrato de limo con arena fina marrón rojizo oscuro compacto uniforme, poco húmedo, presenta orificios de antiguas raíces.
- Pz-02** Hasta 2.50 m Estrato de arcilla limosa con arena fina y grava color marrón verduzco oscuro duro uniforme poco húmedo,
- Pz-03** Hasta 2.45 m Estrato de limo con grava subredondeada hasta 2.5" color marrón amarillento claro suave uniforme poco húmedo
- Pz-04** Hasta 2.40 m Estrato de grava limosa con arena, color marrón grisáceo oscuro, la grava es angulosa bien gradada hasta 1".
- Pz-05** Hasta 2.50 m Estrato de arcilla con poca grava sub angula hasta 1", marrón oscura, con raíces.
- Pz-06** Hasta 2.40 m Estrato de arcilla con poca arena gruesa, color marrón rojizo, presenta orificios de 2 a 3mm.
- Pz-07** Hasta 1.95 m Estrato de grava arenosa color marrón oscuro compacto poco húmedo con piedra hasta 13", la grava es angulosa y dura la arena es fina. Presenta traza de 0.20 m de limo claro.  
 Hasta 2.50 m Estrato de limo marrón rojizo oscuro, compacto, uniforme, poco húmedo.
- Pz-08** Hasta 0.85 m Estrato de grava subredondeada gradada, con arena gruesa, limo y bolonería hasta 16". Nf=2.26 m

- Hasta 2.40 m Estrato de limo arcilloso con arena, presenta bolonería subredondeada hasta 20". Antiguas raíces anaranjadas.
- Pz-09** Hasta 1.25 m Estrato de arcilla limosa marrón negruzco oscuro con piedra subredondeada hasta 3", pocas raíces.  
Hasta 1.85 m Estrato de grava marrón oscuro compacto uniforme poco húmeda con piedra subredondeada hasta 23" dura, algo de arena gruesa.  
Hasta 2.40 m Estrato de arcilla limosa con piedra menuda, subredondeada, marrón negruzco oscuro compacto uniforme poco húmedo, sin raíces.
- Pz-10** Hasta 0.50 m Estrato de arena gruesa limosa con arcilla, marrón grisáceo claro compacto seco pocas piedras angulosas hasta 3".  
Hasta 1.30 m Estrato de grava angulosa limosa con arena gruesa, marrón oscura, compacta heterogénea, dura.  
Hasta 2.40 m Estrato de grava subredondeada plana con limo y piedra redondeada hasta 15" (Gneiss Verde), material color marrón grisáceo claro, compacto seco.
- Pz-11** Hasta 0.50 m Estrato de limo con grava 3/4" subredondeada muy dura, material color marrón claro, compacto y seco.  
Hasta 2.50 m Estrato de limo marrón blanquecino oscuro muy compacto, suave. Presenta capas blancas y fragmentos de yeso hacia la parte baja.
- Pz-12** Hasta 1.14 m Estrato de grava sub angular uniforme, con limo, marrón oscuro compacto uniforme seco, 0.10 pasto en superficie.  
Hasta 2.30 m Estrato de grava de 2" dura, limosa marrón rojizo oscuro compacto heterogéneo seco con piedra subangular hasta 7" y arena gruesa angulosa, Capa de piedras de 7" sub angulares.
- Pz-13** Hasta 1.20 m Estrato de limo arcilloso color marrón negruzco claro compacto uniforme seco con traza de grava angulosa hasta 2" en la base.  
Hasta 1.70 m Traza de arcilla limosa marrón oscura compacta heterogénea seca con grava angulosa de 2".  
Hasta 2.50 m Estrato de limo con piedra Gneiss y grava subangular presenta raíces.
- Pz - 14** Hasta 0.40 m Estrato de grava con arena limosa marrón negruzco claro compacto heterogéneo, con piedra hasta 7"  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra y grava subangular 12" areno limosa marrón negruzco claro compacto, seco.
- Pz-15** Hasta 0.80 m Estrato de grava subangular con limo arenoso, marrón grisáceo claro compacto uniforme poco húmedo, 0.30 limo amarillento hacia la superficie.  
Hasta 1.90 m Estrato de grava menuda con piedra subangular 20" limosa con arena, color marrón negruzco claro compacto heterogéneo poco húmedo.  
Hasta 2.70 m Estrato de Piedra sub angular de 20", grava y arena color marrón grisáceo claro compacto heterogéneo poco húmedo, roca Gneiss deleznable.
- Pz-16** Hasta 2.40 m Estrato de piedra subangular de 10 a 38" con arena y finos color marrón grisáceo claro compacto, heterogéneo poco húmedo, Tierra agrícola 0.30, Tubo de Concreto a 1.30 m.
- Pz-17** Hasta 0.90 de grava angular arcillo limosa poco húmeda.  
Hasta 1.40 m Estrato de grava subangular de 1 a 2", limosa con arena gradada marrón negruzco oscuro compacto uniforme poco húmedo con piedra sub angular Hasta 16" de caliza.
- Pz-18** Hasta 0.90 m Estrato de arena gradada con limo marrón negruzco claro, duro uniforme poco húmedo.  
Hasta 1.70 m Estrato de grava con piedra de 8 a 15", 0.60 m superficiales material muy suelto.  
Hasta 2.55 m Estrato de piedra subangular de 6 a 18" de roca caliza, con arena, marrón grisáceo claro, compacto, heterogéneo, poco húmedo.
- Pz-19** Hasta 1.10 m Estrato de limo arenoso marrón negruzco claro, duro, uniforme, poco húmedo, con poca grava angulosa de 2".  
Hasta 2.45 m Estrato de piedra subangular de 14 a 20" de roca caliza con limo arcilloso, marrón grisáceo claro compacto heterogéneo poco húmedo Tubo de desagüe Concreto a 1.20 m.
- Pz-20** Hasta 0.50 m Estrato de grava limo arcillosa marrón negruzca clara, duro uniforme seco.  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra subangular de 12" granito y caliza, con arena limosa y grava, marrón negruzca clara compacta seca.
- Pz-21** Pz-22
- Pz-23** Hasta 0.60 m Estrato de grava subangular con piedra angulosa hasta 13", limo marrón oscuro y arena gruesa uniforme angulosa, material compacto heterogéneo y poco húmedo.  
Hasta 0.75 m Estrato de grava gradada, con arena gruesa gradada angulosa, con piedra subangular de 12", marrón rojizo oscuro, compacto uniforme, poco húmedo.

- Hasta 2.60 m Estrato de arena gruesa grada angulosa, con grava y piedra angulosa hasta 6" muy dura (caliza), material compacto heterogéneo poco húmedo color marrón grisáceo oscuro. Caliche.
- Pz-24** Hasta 0.60 m Estrato de grava angulosa, limosa marrón grisáceo oscuro seco.  
Hasta 2.20 m Roca alterada se presenta como esquisto de 10".
- Pz-25** Hasta 0.66 m Estrato de grava angulosa de 3" dura, arcillo limosa con arena marrón grisáceo claro compacto heterogéneo poco húmedo. Relleno.  
Hasta 1.10 m Bolsonada de grava angulosa 2", con arcilla marrón oscura compacta heterogénea poco húmeda, Tubería de 1/2.  
Hasta 2.15 m Estrato de grava de 3" con limo marrón claro compacto heterogéneo poco húmedo.  
Hasta 2.40 m Estrato de grava angulosa, deleznable de 1" con limo y arcilla marrón claro blando heterogéneo poco húmedo, Relleno suelto (dicen que llega hasta 6 m), ensayo de Densidad Natural.
- Pz-26** Hasta 0.90 m Bolsonada de Grava con piedra angulosa hasta 10", arenosa con limo marrón grisáceo oscuro suave homogéneo húmedo (hacia la superficie 0.25 m de limo arcilloso oscuro)  
Hasta 2.50 m Estrato de arena gruesa uniforme redondeada con poco limo color marrón verduzco oscuro. Estratos inclinados, fisuras en casas, ensayo de Densidad Natural.
- Pz-27** Hasta 0.60 m Estrato de limo marrón rojizo oscuro suave uniforme muy húmedo. Pasto con raíces piedra angulosa 7"  
Hasta 1.85 m Bolsonada de arena gruesa angulosa plana, uniforme, color gris con viso marrón oscuro, Roca deleznable suelta con raíces.  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra gravosa con arcilla, marrón rojizo claro suave heterogéneo poco húmedo con piedra y grava angulosa hasta 16".
- Pz-28** Hasta 0.40 m Estrato de arena gravosa sub angular dura, con limo marrón grisáceo oscuro suave uniforme seco, Tierra de cultivo.  
Hasta 1.30 m Estrato de grava subangular gradada, hasta 3", con abundante arena gradada gruesa subangular, con limo color anaranjado claro heterogéneo poco húmedo, origen aluvial.  
Hasta 2.40 m Bolsonada de arena media, uniforme, marrón grisácea oscura, origen aluvial.
- Pz-29** Hasta 1.40 m Estrato de piedra angulosa de 23" con grava también angulosa gradada y limo color marrón grisáceo oscuro homogéneo poco húmedo (0.27 pasto con raíces hacia la superficie)  
Hasta 2.15 m Bolsonada de piedra y grava angulosa, color negro rojizo oscuro poco húmeda.  
Hasta 2.30 m Estrato de grava angulosa gradada hasta 3" con arena gruesa gradada angulosa, marrón grisáceo oscuro suave heterogénea húmeda, con manchas blanquecinas.
- Pz-30** Hasta 2.50 m Estrato de arena fina limosa amarillo verdoso claro, Frágil.
- Pz-31** Hasta 1.50 m Estrato de piedra sub angular hasta 14" gravosa con limo marrón blanquecino claro muy compacto heterogéneo poco húmedo, con raíces, 80% piedra, puntos blancos (caliche).  
Hasta 2.50 m Estrato de grava subangular gradada, con limo marrón blanquecino claro compacto, heterogéneo poco húmedo. con piedra subangular hasta 20" (hacia la superficie capa de 0.20 m con pasto y raíces)
- Pz-32** Hasta 0.60 m Estrato de grava, sub angular dura, limosa con arena, marrón rojizo claro compacto heterogéneo seco. Raíces.  
Hasta 1.70 m Bolsonada de limo rojo amarillento oscuro duro uniforme poco húmedo, Roca deleznable con una bolsonada de arcilla  
Hasta 2.40 m Estrato de grava angulosa dura, arcillosa marrón grisáceo oscuro duro uniforme con poca piedra también angulosa, Roca deleznable, ensayo de Densidad Natural.
- Pz-33** Hasta 1.00 Estrato de limo arcilloso con grava angulosa gradada hasta 3" de roca muy dura, marrón rojiza oscura dura heterogénea,( hacia la superficie 0.20 m suelto con raíces, piedras blancas.  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra sub angular hasta 18" y grava dura, con arena limosa amarillo blanquecino clara, compacta heterogénea seca, Caliche, coluvial
- Pz-34** Hasta 1.15 Estrato de limo arcilloso marrón oscuro duro uniforme, poco húmedo (hacia la superficie 0.05 m con pasto y raíces).  
Hasta 2.20 Estrato de arcilla marrón oscura uniforme poco húmeda, poca piedra amarillenta deleznable.  
Hasta 2.55 Estrato de grava angulosa suave hasta 3" con limo arcilloso, marrón amarillento oscuro blando heterogéneo poco húmedo, Muestra
- Pz-35** Hasta 0.90 Bolsonada de arcilla marrón oscura blanda heterogénea poco húmeda con poca grava gradada hasta 3".

- Hasta 2.30 Estrato de arcilla muy plástica marrón rojiza oscura muy blanda heterogénea saturada con piedra subangular hasta 15", NF =0.9, muestra inalterada
- Pz-36** Hasta 0.60 Estrato de limo marrón oscuro blando uniforme seco. Se presenta en bloques tiene mica, traza amarilla en la base del estrato.  
Hasta 1.30 Estrato de limo arcilloso marrón rojizo oscuro blando uniforme seco.  
Hasta 2.50 m Estrato de arcilla con piedra angulosa hasta 36" marrón negruzca oscura suave uniforme seca.
- Pz-37** Hasta 1.40 m Estrato de piedra y grava angulosa hasta 12", muy dura, con limo marrón blanquecino oscuro compacto heterogéneo seco, Caliche, a 0.80m tubería de agua en desuso.  
Hasta 2.50 m Estrato de grava con piedra hasta 11" dura arcillosa con arena marrón grisáceo oscuro suave heterogéneo poco húmeda, Blanco en seco
- Pz-38** Hasta 0.80 m Estrato de piedra y grava angulosa plana uniforme, con limo marrón rojizo oscuro, suave uniforme y muy húmedo, NF=1.60 m.  
Hasta 2.38 m Estrato de arcilla limosa marrón rojizo oscura blanda uniforme saturada. Traza plomo oscuro a 0.85 m.
- Pz-39** Hasta 2.50 m Estrato de grava con piedra angulosa plana hasta 16", arenosa con limo marrón grisáceo oscuro suave heterogéneo seco con piedra angulosa plana hasta 16". Material suelto, poco ligante.
- Pz-40** Hasta 1.07 m Estrato de arcilla limos con grava marrón grisácea oscura dura uniforme húmeda.  
Hasta 2.40 m Estrato de grava angulosa uniforme, arcillosa marrón rojiza oscura, suave heterogénea saturada, Arenisca.
- Pz-41** Hasta 2.30 m Estrato piedra angulosa con grava uniforme y limo marrón rojizo grisáceo oscuro, muy compacto uniforme saturado, pantano. (en la superficie pasto y raíces hasta 0.30 m)
- Pz-42** Hasta 2.40 m Estrato de arcilla con poca grava subangular hasta 1/2" marrón rojizo claro, duro.
- Pz-43** Hasta 2.50 m Bolsonada de piedra angulosa plana hasta 15" con grava angulosa alargada dura, limosa marrón rojizo claro, duro heterogéneo poco húmedo, la piedra es deleznable verde gris amarillento (hacia la superficie pasto y raíces 0.20 m).
- Pz-44** Hasta 2.10 m Estrato de piedra subredondeada hasta 32", con grava dura y arena marrón oscuro compacto heterogéneo húmedo, material aluvial con piedra caliza (Hacia la superficie 0.70 de arena limosa marrón grisácea)
- Pz-45** Hasta 2.50 m Estrato de piedra y grava (caliza) sub angular hasta 24" muy dura, con arena gruesa, gradada marrón blanquecino claro muy compacto uniforme poco húmeda, presenta raíces. Material coluvial. (Hacia la superficie 0.45 m de tierra orgánica).
- Pz-46** Hasta 0.55 m Estrato de arena limo arenosa con poca grava sub angular, marrón claro compacto uniforme poco húmeda.  
Hasta 2.55 m Estrato de grava con piedra sub angular hasta 10" arenosa con limo marrón oscuro, compacto poco húmedo. Algunas piedras son granito.
- Pz-47** Hasta 0.70 m Estrato de grava sub angular arenosa con arcilla limosa marrón oscura. material de relleno, presenta raíces.  
Hasta 2.55 m Estrato de piedra subangular, caliza, hasta 20" grava arenosa marrón grisáceo oscuro, compacto homogéneo poco húmedo. Capa cementada a 1 m.
- Pz-48** Hasta 2.20 m Estrato de grava angulosa (arenisca) arcillosa alta plasticidad marrón rojizo oscuro compacto uniforme. NF =1.33 m, (hacia la superficie 0.16 m de arcilla marrón oscura), muestra de agua.
- Pz-49** Hasta 0.80 m Estrato de grava con arena gruesa con limo marrón grisáceo oscuro compacto heterogéneo poco húmedo.  
Hasta 1.15 m Estrato de arcilla limosa marrón oscura, compacto uniforme poco húmeda.  
Hasta 1.60 m Traza de grava limosa marrón rojiza oscura compacta heterogénea poco húmeda.  
Hasta 2.50 m Estrato de grava con piedra sub angular hasta 22" limo arenosa marrón grisáceo oscura compacta heterogénea. 30% bolonería de caliza y pizarra.
- Pz-50** Hasta 0.50 m Estrato de limo marrón claro compacto seco.  
Hasta 1.10 m Estrato de grava sub angular hasta 7" con arena gruesa marrón amarillento oscuro compacto húmedo.  
Hasta 1.20 m Traza de limo arcilloso marrón oscuro, compacto poco húmedo.  
Hasta 1.50 m Traza de grava sub angular hasta 4", arenosa con poco limo, marrón oscuro compacto seco.  
Hasta 2.50 m Estrato de grava sub angular hasta 3" arenosa marrón rojizo claro compacto uniforme seco, poco limo.
- Pz-51** Hasta 0.30 m Estrato de arcilla marrón oscuro blando uniforme muy húmedo, con raíces.

- Hasta 1.05 m Bolsonada de grava dura angulosa hasta 3" arcillosa marrón oscura blanda homogénea muy húmeda  
Hasta 2.10 m Estrato de grava frágil sub angular con arcilla limosa marrón oscura blanda uniforme muy húmeda.  
Hasta 2.50 m Estrato de limo marrón rojizo oscuro blando uniforme muy húmedo.
- Pz-52** Hasta 0.80 m Estrato de grava arenosa con arcilla limosa marrón negruzco claro duro uniforme.  
Hasta 2.40 m Estrato de arcilla limosa con grava marrón rojiza oscura dura heterogénea poco húmeda, algo de piedra Gneiss, sub angular de 19" .
- Pz-53** 2.30 Estrato de grava y piedra sub angular dura Gneiss, con arena gruesa gradada y angulosa, marrón negruzca oscura compacta uniforme poco húmeda, depósito coluvial (en superficie 0.30 m de limo marrón grisáceo claro).
- Pz-54** Hasta 1.40 m Estrato de grava sub angular hasta 6", limo arenosa marrón negruzca oscura compacta uniforme poco húmeda.  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra dura sub angular hasta 60" gravosa con limo arenoso marrón blanquecino claro compacto heterogénea. Abundante bolonería granito con pts blancos.
- Pz-55** Hasta 2.00 Estrato de grava suave angulosa con arena gruesa gradada angulosa con piedra hasta 25" marrón grisácea oscura blanda heterogénea muy húmeda NF = 0.6, (en superficie 0.20 m de arena marrón oscura) muestra de agua.
- Pz-56** Hasta 2.50 m Estrato de limo con grava angulosa 1" arenoso color gris blanquecino claro suave uniforme poco húmedo, material coluvial.
- Pz-57** Hasta 2.50 Estrato de grava sub angular con limo, arena fina y piedra caliza sub redondeada hasta 6", marrón grisáceo claro heterogéneo poco húmedo, material coluvial (caliche)
- Pz-58** Hasta 0.60 m Estrato de grava angulosa dura limosa con arena gradada marrón oscuro compacto uniforme.  
Hasta 1.10 m Estrato de grava dura angulosa hasta 7" limosa marrón grisáceo oscuro compacto húmedo.  
Hasta 1.50 m Traza de arena gruesa angulosa plana, marrón grisácea clara suave heterogénea.  
Hasta 2.50 m Estrato de arcilla marrón rojiza clara muy blanda uniforme.
- Pz-59** Tapada antes de su descripción.
- Pz-60** Hasta 0.60 m Estrato de limo arcilloso marrón oscuro compacto heterogéneo seco con piedra sub angular hasta 14".  
Hasta 2.40 m Estrato de piedra y grava de roca caliza sub angular hasta 32", con limo y arena gruesa gradada marrón grisáceo claro compacto heterogéneo seco.
- Pz-61** Hasta 0.70 m Estrato de limo arcilloso con grava sub redondeada de 1" marrón negruzco claro compacto uniforme suave  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra y grava de caliza, sub angular hasta 43" con limo y arena gruesa marrón grisáceo oscuro compacto heterogéneo seco
- Pz-62** Hasta 0.50 m Estrato de grava dura angulosa hasta 4" limosa marrón grisáceo claro compacto heterogéneo poco húmedo, Bolsonada de arcilla amarillenta  
Hasta 2.35 m Estrato de roca marrón grisáceo claro, Roca deleznable angular blanquecina, fisuras cada 10"  
Hasta 2.50 m Estrato de limo y grava angulosa amarillo claro duro heterogéneo con piedra hasta 6". Muestra
- Pz-63** Hasta 2.50 m Estrato de arena fina uniforme, arcillosa marrón oscura dura heterogénea con grava muy dura sub angular de 3" . Origen coluvial.
- Pz-64** Hasta 0.80 m Estrato de arena gruesa gradada con limo y grava gris negruzca suave uniforme seca poca grava sub redondeada 2". Tierra vegetal.  
Hasta 1.70 m Estrato de arcilla marrón rojiza oscura blanda uniforme muy plástica.  
Hasta 2.45 m Estrato de limo rojo blanquecino claro uniforme húmedo. Fragmento de yeso natural suave.
- Pz-65** Hasta 2.50 m Estrato de arcilla gravosa marrón amarillenta oscura uniforme poco húmeda con grava y piedra hasta 7". Más húmedo al fondo.
- Pz-66** Hasta 2.30 m Estrato de grava dura angulosa plana de 3", limosa y arcillosa marrón rojizo claro compacto heterogéneo poco húmedo con piedra angulosa plana (pizarra) hasta 9". Ensayo de Densidad Natural.
- Pz-67** Hasta 0.30 m Bolsonada de arena gravosa con limo marrón grisáceo claro. Bolsas plásticas y yeso.  
Hasta 2.50 m Estrato de piedra sub angular hasta 15" con arena gruesa uniforme y con limo marrón negruzco oscuro suave heterogéneo poco húmedo. Relleno antrópico en 45° en la base.

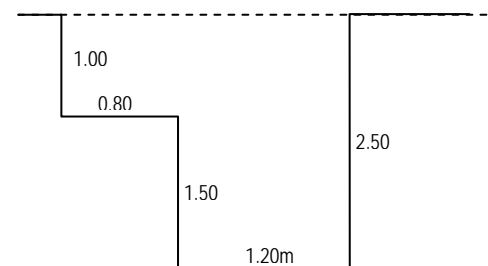
- Pz-68** Hasta 1.40 m Estrato de grava limosa marrón claro suave seco con piedra hasta 11" poca Bolonería sub angular plana. Material de relleno con teja y yeso.  
Hasta 1.70 m Traza de grava sub angular de 2", arenosa marrón grisácea clara compacta heterogénea seca. Lecho de río.  
Hasta 2.10 m Traza de grava arenosa gruesa naranja clara compacta heterogénea seca con piedra sub redondeada hasta 7"  
Hasta 2.40 m Estrato de grava limosa marrón amarillento oscura muy compacto seca con piedra sub angular de 8"
- Pz-69** Hasta 2.60 m Estrato de grava sub angular y piedra angulosa de roca arenisca y pizarra hasta 29" con limo marrón negruzco oscuro suave heterogéneo poco húmedo. (en superficie 0.30 m con raíces).
- Pz-70** Hasta 0.50 m Estrato de arena limosa marrón grisáceo oscuro suave uniforme poco húmedo.  
Hasta 1.34 m Basura, bolsas, huesos raíces.  
Hasta 2.00 m Estrato de arena gruesa marrón oscura suave uniforme poco húmeda.  
Hasta 2.50 m Estrato de arena limosa marrón grisáceo oscuro compacto heterogéneo poco húmedo con Grava deleznable, amarillenta de granito
- Pz-71** Hasta 1.80 m Estrato de grava angulosa de granito deleznable y arena gruesa, gradada con limo marrón grisáceo oscura heterogénea húmeda con piedra sub angular hasta 20". NF=0.90 m  
Hasta 2.40 m Bolsonada de arcilla con grava marrón grisácea oscura blanda heterogénea muy húmeda.
- Pz-72** Hasta 1.90 m Estrato de piedra y grava sub angular hasta 38" con arena gruesa angulosa, marrón grisácea clara suave heterogénea seca, con traza de arena fina marrón oscura. Material de origen coluvial.
- Pz-73** No registrado
- Pz-74** Hasta 0.70 m Bolsonada de arcilla marrón grisácea oscura dura heterogénea poco húmeda.  
Hasta 2.30 m Estrato de piedra sub angular hasta 22" con arena redondeada marrón amarillenta oscura suave heterogénea
- Pz-75** Hasta 2.50 m Estrato de piedra sub angular hasta 12" con grava y arena gruesa y angulosa marrón amarillenta oscura suave heterogénea poco húmeda (en superficie 0.3 de limo arenoso marrón oscuro con grava angulosa, Agua al fondo).
- Pz-76** Hasta 1.80 m Estrato de piedra y grava hasta 27" con arena gruesa redondeada marrón grisáceo oscuro compacto heterogéneo poco húmedo, lecho de río. (en superficie 0.10 m capa con raíces). 70% bolonería  
Hasta 2.30 m Estrato de piedra con arcilla limosa marrón grisácea oscura muy compacta con arena gruesa redondeada. Roca deleznable.
- Pz-77** Hasta 0.85 m Estrato de arcilla limosa marrón amarillento oscuro blando uniforme Poco húmedo, presenta bolsonada de relleno arcilloso de 25 cm.  
Hasta 1.40 m Estrato de arcilla marrón negruzco oscura blanda uniforme poco húmeda.  
Hasta 2.50 m Estrato de arcilla roja amarillenta oscura blanda uniforme muy húmeda. al fondo presenta roca deleznable tipo pizarra en descomposición.
- Pz-78** Hasta 0.60 m Estrato de limo arcilloso marrón oscuro duro heterogéneo seco con poca grava angulosa (Tierra vegetal con pasto hacia la superficie)  
Hasta 1.90 m Estrato de piedra y grava angulosa plana hasta 22" con limo arcilloso marrón blanquecino oscuro muy duro heterogéneo seco y algo de arena angulosa. presenta algo de brillo. (Caliche)  
Hasta 2.40 m Estrato de grava dura angulosa arenosa con limo marrón grisáceo oscuro suave heterogéneo poco húmedo con piedra angulosa plana hasta 10", presenta algunas piedras deleznales. (Caliche)
- Pz-79** Hasta 0.90 m Estrato de arcilla marrón oscura muy dura uniforme poco húmeda. Presenta bolsonadas de arcilla muy húmeda.  
Hasta 2.40 m Estrato de arcilla limosa con arena gradada angulosa marrón oscura muy compacta uniforme poco húmeda. Bolsonada de arcilla muy húmeda.  
Hasta 2.50 m Estrato de arcilla marrón oscura compacta uniforme húmeda.
- Pz-80** Hasta 0.70 m Estrato de limo arenoso con grava muy dura sub angular gradada hasta 3" marrón negruzco oscuro compacto uniforme poco húmedo, material de origen coluvial.  
Hasta 2.00 Bolonería gigante de roca caliza redondeada con poco limo arenoso.(Caliche)

## INSTRUCCIONES PARA EL TRABAJO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS

- a) La ubicación de las calicatas solicitadas se encuentran ubicadas en planos de la ciudad.
- b) Esta ubicación aproximada y debe ser "reajustada" en el sitio considerando los siguientes criterios:
  - Para evitar romper pavimentos o veredas la calicata debe ubicarse en área verde lote vacío o zona adyacente a la vía.
  - Observar la ubicación de buzones y cajas de registro de agua y desagüe y trazar alineamientos imaginarios para evitar que la calicata vaya a toparse con ellas.
  - Es muy útil consultar con los propietarios o habitantes del sector para saber la ubicación de los ductos de instalaciones.
  - Averiguar en la Compañía Eléctrica y Telefónica la tendencia general de ubicación de sus líneas enterradas en caso de que existan.
- c) Colocar señales de precaución para el tráfico vehicular y peatonal (bolsa plástica o trapo anaranjado) en una piedra o palo de modo que quede fija y visible desde cierta distancia. Colocar las señales para ambas direcciones de tráfico.
- d) Para evitar desestabilizar muros de construcciones existentes o taludes inestables, la calicata debe trazarse de modo que el borde más próximo quede a unos 40 a 50cm.
- e) Trazar la calicata (0.80x2m) con su dimensión mayor quede perpendicular a la línea de construcción más próxima o paralela a la dirección de la pendiente en zonas inclinadas y paralelo al tráfico cuando se excava en las vías de circulación.
- f) Escribir con una tiza o crayola o pintura el número de la calicata (de acuerdo al plano) en una piedra o lugar visible.
- g) Excavar la calicata hasta 1m de profundidad. Cuidando de que las caras queden verticales y bien planas, controlar dejando caer una piedrita a 2cm de borde superior, no debe tocar la pared de excavación.
- h) Continuar la excavación en 1.20m de largo hasta 2.5m de profundidad, dejando una banqueta de 0.80 x 0.80 a un lado de la calicata.
- i) Durante la excavación amontonar la tierra en dirección del tráfico de modo que sirva de protección y desvíe el tráfico así como para no obstruir un mayor ancho.
- j) Tomar una fotografía digital de la cara que muestre la mayor altura de corte y que quede con mejor iluminación, verificar que la foto no resulte muy blanca ni muy oscura.
- k) Preparar una bolsa plástica blanca en la que se anotará con lapicero el número de la calicata. y colocar la bolsa vacía dentro de otra bolsa igual.
- l) Tomar una muestra del suelo el material que predomina entre 1 y 2.5m de profundidad. La cantidad de muestra es de aproximadamente.
  - 1Kg para suelos finos (limos o arcillas) con o sin arena (Tamaño máximo 0.5cm)
  - 2Kg para suelos con Grava hasta 2"
- m) En el caso de suelos con piedra o fragmentos de roca mayores a 2" (5cm) tomar la muestra del material menor a 2" (denominado en este caso matriz) y anotar en la tarjeta de identificación la proporción estimada a simple vista de Piedra y el material matriz.
- n) Amarrar la bolsa interior que contiene la muestra.
- o) Anotar en una tarjeta de papel o cartulina:

El nombre del Proyecto en clave .....	Ma Pe Ab.
El número del pozo y .....	Pz = 45
La profundidad de la muestra .....	H = 1.15m
- p) Colocar la tarjeta entre ambas bolsas de forma con la cara escrita hacia afuera y amarrar la segunda bolsa plástica.
- q) Conservar la muestra en lugar fresco (sombra) y donde no pueda ser dañada accidentalmente. (transeúntes, material excavado o herramientas o perros)
- r) Esperar instrucciones para tapar las calicatas, algunas de ellas serán seleccionadas para ensayos de campo y deberán permanecer abiertas, otras serán descritas y serán tapadas.

CORTE DE CALICATA



Nota Importante: Comenzar el trabajo de excavación de calicatas a la brevedad posible y comunicar al Especialista en Geotecnia del Proyecto: Ing. Carlos Fernández Baca Vidal y Al Ing. Lionel Corrales Grispo de INDECI - APURIMAC(961-4183).



**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
**PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:**

**HOJA DE DESCRIPCION DE CALICATAS MPA**

E S T R A T E G I A	CALICATA		1			2	3	4	5	6	7	8		9			10			11	12		13			14		15			16	17	18			
	Profundidad (m): hasta:		0.9	1.2	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.0	2.5	0.9	2.4	1.3	1.9	2.4	0.5	1.3	2.4	0.5	2.5	1.1	2.3	1.2	1.7	2.5	0.4	2.5	0.8	1.9	2.7	2.4	1.4	0.9	
	Tipo (E, T, L, B, M)		E	T	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	T	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
	MATERIAL (PGSF)	Predominante	G	G	F	F	F	G	C	C	G	F	G	F	F	G	F	F	G	G	F	F	G	G	F	F	F	G	P	G	G	P	P	G	S	
		Secundario	F	S		S	G	F	-		S		S	S	-		-		F	F	G		F	F			F	F	F	F	G	S	M	F		
		Complementario				G		S	G	S					P		P	C	S								P	S	S	S	S	S	F	S		
	Color	Color (dos letras)	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	
		Viso (dos letras)		Cl	Ro	Ve	Am	Gr		Ro		Ro	Gr	Ne	Ne		Ne	Gr		Gr		Bl		Ro	Ne		Ro	Ne	Ne	Pl	Ne	Gr	Gr	Ne	Ne	
		Intensidad (Cl,Os)	Os		Os	Os	Cl	Os	Os		Os	Os	Cl	Os	Os	Os	Cl	Os	Cl	Cl	Os	Os	Os	Cl	Os	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl
	Consistencia M(B,D)-M(SC)		C	C	C	D	S				C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	MC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	
Homogeneidad (U,H)		H	H	U	U	U					U	H	H	U	U	U	H	H	H		U	H	U	H	U	H	S	U	H	H	H	U	U			
Humedad (M, P)(S, H), Sat		PH	PH	PH	PH	PH				P	P	PH	Sat	P	PH	P	S		S	S	S	S	S	S	S	S			P	P	P	P	P	P		
PIE- DRA	Forma	Aristas S(A,R)												SR	SR	SR	SR		A	R			SA	SA			SA	SA		SA	SA	SA	SA	SA		
		Espesor (P)									P																									
		Longitud (L)																																		
Tamaño	Mínimo - (Pulg.)																																			
	Máximo- (Pug.)										13	16	20	3	23	3			15										12		20	20	10	16		
G R A V A	Forma	Aristas S(A,R)	A			SR	SR	A	SA		A	SR			SR		A	A	SA	SR		A		A	A	A	SA	SA	SA	SR		38	SA			
		Espesor (P)																		P																
		Longitud (L)																																		
	Variedad de tamaño (G, U)		G	U				G					G																						U	
	Tamaño	Min (Pug)																																		1
	Max (Pug)	2			2.5	2.5	1	1		3					2	3	2	3	0.75																2	
	Pred. (Pug)																																			
Dureza M(D,B)						D				D		D		D	D	D	MD						D												D	
A- RE- NA	Tamaño predominante (G, F)		G	G	F	F	F			G							G	G	G															G	G	
	Variedad de tamaño (G, U)																																			
	Forma	Aristas (A, R)	A	A																																
Grosor (P, L)																																				
FI- NOS	Plasticidad (M, P, N)		N	N	N	PP	N	N		P	N	P	N	N	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
	Resistencia en seco (M,P)(D,B)																																			
	Tipo probable (C, M, CM, MC)		M	SM	M	CM					C	S	M	M	MC	CM		CM	SM	M	M	M		M	M	M	CM	M	SM	SM	MS	M	M	S	M	M
MAT. ORGÁNICA Origen (V,A)																																				
ORIGEN S. (Rio,Lag,Mar,Pan,Des)																																				
OBSERVACIONES (Nf,OI,Br,Sav,*1)		ss	es	ios				es	ios 2	limo		Nf=2	Raíc	Poca		Sin				Verd		enta	past	a de	a de		ras	es		limo		a	a	Bolo		

Consultores: Ings: Carlos Fernández Baca Vidal - Carlos Loayza Schiaffino - Ruperto Benavente Velásquez - Héctor Acurio Cruz  
 AÑO: 2 007







**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
**PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:**

**HOJA DE DESCRIPCION DE CALICATAS MPA**

E S T R A T O	CALICATA		69	70					71	72	73	74		75	76		77			78			79			80	
	Profundidad (m): hasta:		2.6	0.5	1.3	2.0	2.5	1.8	2.4	1.9		0.7	2.3	2.5	1.8	2.3	0.9	1.4	2.5	0.6	1.9	2.4	0.9	2.4	2.5	0.7	2.0
	Tipo (E, T, L, B, M)		E	E		E	E	E	B	E		B	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	MATERIAL (PGSF)	Predominante	G	F		S	S	G	F	P		F	P	P	P	P	F	F	F	F	P	G	F	F	F	F	F
		Secundario	P	S		F		S	G	G			S	G	G	F				M	G	S		S		S	S
		Complementario	F	M				F		S				S	S						F	F					G
	Color	Color (dos letras)	Ma	Ma		Ma	Ma	Ma	Ma	Ma		Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ro	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma
		Viso (dos letras)	Ne	Gr			Gr	Gr	Gr	Gr		Gr	Am	Am	Gr	Gr	Am	Ne	Am	-	Bl	Gri					Ne
		Intensidad (Cl,Os)	Os	Os		Os	Os	Os	Os	Cl		Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os	Os
	Consistencia M(B,D)-M(SC)		S	S		S	C	H	B	S		D	S	S	C	MC	B	B	B	D	MD	S	MC	MC	C	C	C
Homogeneidad (U,H)		H	U		U	H	H	H	H		H	H	H	H		U	U	U	H	H	H	U	U	U	U	U	
Humedad (M, P)(S, H), Sat		PH	P		PH	P	MH	MH	S		P		PH	P		PH	PH	MH	S	S	PH	P	PH	H	P	P	
PIE- DRA	Forma	Aristas S(A,R)	A					SA	SA			SA	SA							a	A						
		Espesor (P)																			p	P					
		Longitud (L)																									
	Tamaño	Mínimo - (Pulg.)						7	9				7	6	7												
		Máximo- (Pug.)	29					20	38				22	12	27						22	10					
G R A V A	Forma	Aristas S(A,R)	SA				A	SA			SA	SA								A	A	A				SA	
		Espesor (P)																			P						
		Longitud (L)																									
	Variedad de tamaño (G, U)		G						G				G														G
	Tamaño	Min (Pug)							1				1	1													
	Max (Pug)	2						2				2	2								2					3	
	Pred. (Pug)																									1.5	
Dureza M(D,B)														D						MD	D					MD	
A- RE- NA	Tamaño predominante (G, F)					G		G	G				G	G	G					G	G					F	
	Variedad de tamaño (G, U)							G																G		G	
	Forma	Aristas (A, R)							A				R	A	R	R					A	R		A		A	
Grosor (P, L)																											
FI- NOS	Plasticidad (M, P, N)		N	N		N		N	P			N	N	N	N	N	P	P	P	N	N	P	N	N	P	P	
	Resistencia en seco (M,P)(D,B)		B				MB														B				PD	M	
	Tipo probable (C, M, CM, MC)		M	SM		S	SM	S	C	M		C	S	S		CM	CM	C	C	MC	MC	MS	C	CM	C	M	
MAT. ORGÁNICA Origen (V,A)																											
ORIGEN S. (Rio,Lag,Mar,Pan,Des)														Rio												Col	
OBSERVACIONES (Nf,OI,Br,Sav,*1)		0.30		Basu		Grav	NF=	Abu				Bolo	0.3	0.10	Roc	Bols			Roc	Tierr	Calic	Calic	Arcill	Bols	Bols	Calic	

**PREDICCIÓN DE EFECTOS DE DESLIZAMIENTOS.**

$$V = a.b.H.Fq.Fd$$

$$a = Fa.H$$

$$b = Fb.H$$

$$Fa = 5 H$$

$$Fb = 6 H$$

$$Fq = 0.7 ab$$

$$Fd = 0.7 ab$$

$$\%Ancho = 0.75$$

DESLIZAMIENTO	SIGLA	Sup.	Σb	Ancho	Peso 1m	W-total	γ <sub>N</sub>	V-Nat	Dique					
									V-Deslz	%	Vol.	H	a	b
			(m)	(m)	(Tn)	(10 <sup>6</sup> Tn)		(10 <sup>6</sup> Tn)	(10 <sup>6</sup> m3)	(%)	(10 <sup>6</sup> m3)			
Ccocha Pumararra	CCH	1	119	71.4	3383	0.18	1.76	0.32	0.43	60	0.130	21.351	106.76	128.11
		2	196	117.6	7028	0.62	1.76	1.09	1.47	80	0.592	35.412	177.06	212.47
Urb. FONAVI, sección 01	FN-I	1	1840	1104	163327	135.23	1.94	262.36	354.18					
		2	730	438	50188	16.49	1.94	31.98	43.18					
Urb. FONAVI, sección 02	FN-II	1	1390	834	135993	85.06	1.95	165.87	223.93					
		2	599	359.4	52592	14.18	1.95	27.64	37.32					
Moyocorral sección Ing. Gomez	MY-G	1	105	63	963	0.05	1.75	0.08	0.11					
		2	106	63.6	1277	0.06	1.75	0.11	0.14					
Moyocorral sección propia	MY	1	845	507	93052	35.38	1.75	61.92	83.59					
		2	357	214.2	25457	4.09	1.75	7.16	9.66					
Aymas	AY	1	220	132	14488	1.43	1.86	2.67	3.20	80	1.287	45.872	229.36	275.23
		2	132	79.2	7739	0.46	1.86	0.86	1.03	100	0.516	33.816	169.08	202.9
Huayllabamba	HB	1	494	148.2	26445	2.94	1.94	5.70	6.84	70	2.407	56.517	282.59	339.1
		2	218	65.4	14049	0.69	1.94	1.34	1.60	85	0.685	37.179	185.9	223.07
Antabamba	AB	1	132	79.2	2945	0.17	1.75	0.31	0.41	80	0.166	23.184	115.92	139.1
		2	125	75	5631	0.32	1.75	0.55	0.75	75	0.282	27.656	138.28	165.93
Condebamba	CB	1	352	211.2	21884	3.47	2.03	7.04	9.50					
		2	203	121.8	7086	0.65	2.03	1.31	1.77					
		3	762	457.2	29340	10.06	2.03	20.42	27.57					
		4	304	182.4	26031	3.56	2.03	7.23	9.76					

PREDICCIÓN DE REPRESAMIENTO DESEMBALSE ALUVION

F-tiempo rotura  
 Roca y poca arcilla 1  
 Grava y arena 3  
 Piedra Limo y Arcilla 2

DESLIZAMIENTOS	SIGLA	FS		Alto Dique (m)	Rio	i% Cauce %	EMBALSE			Cauda l Rio m <sup>3</sup> /seg	Llena (Hr)	Vol Tierra (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Rompe (Hr)		Q lodo	Vel.		Area (m <sup>2</sup> )	Ancho (m)
		a=0	a=0.2				Calc	Est	mps				Kh						
		(m)	(m)				(m)	(m)	(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )				(m <sup>3</sup> /seg)	(Hr)		(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Calc		
Ccocha P.	CCH	1.84	0.98	21.4	Colcaqui	0.115	185.7	371.3	490.7	10.4	13.11	129.8	1.1	1.0	217	3	10.8	72.4	27.6
		1.51	0.82	35.4	Colcaqui	0.115	307.9	615.9	3357.8	10.4	89.68	592.1	5.0	2.0	669	3	10.8	222.9	48.4
FONAVI- 01	FN-I	3.25	1.61																
		3.86	1.8																
FONAVI- 02	FN-II	2.56	1.22																
		2.46	1.21																
Moyocorral- G	MY-G	7.03	3.32																
		4.73	2.46																
Moyocorral	MY	1.16	0.65	Desvia															
		1.14	0.68	Desvia															
Aymas	AY	1.02	0.72	45.9	Hatumpata	0.10	458.7	917.4	9652.4	23.25	115.32	1287.0	1.8	2.0	1846	2.5	9	738.6	88.1
		0.95	0.67	33.8	Hatumpata	0.10	338.2	676.3	3867.0	23.25	46.20	515.6	0.7	0.5	2945	2.5	9	1178	111.2
Huayllabamba	HB	1.06	0.71	56.5	Nacchero	0.24	235.5	471	3134.1	9.17	94.94	2407.0	5.5	3.0	625	4	14.4	156.2	40.5
		1.03	0.69	37.2	Nacchero	0.24	154.9	309.8	892.2	9.17	27.03	685.2	1.6	1.5	360	4	14.4	89.93	30.7
Antabamba	AB	0.58	0.44	23.2	Chinchichaca	0.26	89.2	178.3	184.3	11.59	4.42	166.1	0.3	0.3	479	5	18	95.78	31.7
		0.45	0.33	27.7	Chinchichaca	0.26	106.4	212.7	312.9	11.59	7.50	282.0	0.5	0.7	295	5	18	58.98	24.9
Condebamba	CB	3.8	2.07																
		5.07	2.74																
		5.43	2.89																
		3.83	2.03																

# **ANEXO - 03**

# **TALUDES**



Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY

Ubicación: **CCOCHA - PUMARANRA**

Fecha: Marzo del 2007

Superficie: **CCH-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
241	11.0	0.59	1.76	0.15
243	18.8	1.87	1.65	1.96

Pico Res.  
 $\phi = 11.0$  0 ( $^{\circ}$ )  
 $c = 5.90$  1.50 Tn/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_N = 1.76$  Tn/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m<sup>3</sup>

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	4	3.5	2389	2382	62.9	8.8	25	11.2	21.9	.	53.9
2	10	9.7	2382	2377	25.6	11.1	171	154	73.9	.	95.4
3	10	13.0	2377	2370	33.0	11.9	229	192	125	.	107.7
4	17	20.0	2370	2365	18.5	17.9	598	567	190	.	216.1
5	13	21.5	2365	2361	15.1	13.5	492	475	128	.	171.8
6	20	18.2	2361	2356	13.0	20.5	641	624	144	.	242.4
7	20	15.5	2356	2353	10.8	20.4	546	536	102	.	224.3
8	25	15.5	2353	2354	-2.3	25.0	682	681	-27	.	280.1
$\Sigma$	119						3383		757		1392

FS = 1.839

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^{\circ}$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	4	3.5	2389	2382	62.9	8.8	25	7	26	4.5	24	.	52.6
2	10	9.7	2382	2377	25.6	11.1	171	51	178	126	115	.	90.0
3	10	13.0	2377	2370	33.0	11.9	229	69	239	148	175	.	99.1
4	17	20.0	2370	2365	18.5	17.9	598	180	625	489	345	.	200.8
5	13	21.5	2365	2361	15.1	13.5	492	148	514	418	259	.	160.7
6	20	18.2	2361	2356	13.0	20.5	641	192	669	557	317	.	229.3
7	20	15.5	2356	2353	10.8	20.4	546	164	570	484	252	.	214.2
8	25	15.5	2353	2354	-2.3	25.0	682	205	712	661	170	.	276.0
$\Sigma$							3383			1656	0.80		1323

a	FS
0	1.84
0.1	1.28
0.2	0.98
0.3	0.80

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 4.30$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	4	3.5	2389	2382	62.9	8.8	29	13.3	-24	25.9	.	47
2	10	9.7	2382	2377	25.6	11.1	202	182	134	87.3	.	92
3	10	13.0	2377	2370	33.0	11.9	270	227	175	147	.	104
4	17	20.0	2370	2365	18.5	17.9	707	671	593	225	.	221
5	13	21.5	2365	2361	15.1	13.5	581	561	503	151	.	177
6	20	18.2	2361	2356	13.0	20.5	757	738	650	170	.	247
7	20	15.5	2356	2353	10.8	20.4	645	633	546	120	.	226
8	25	15.5	2353	2354	-2.3	25.0	806	805	698	-32	.	283
$\Sigma$	hx= 21.5						3998		894	1.56		1398

h	FS
agua	
0.00	1.68
1.08	1.65
2.15	1.62
4.30	1.56

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.47  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  8.13 m  
 $hn = h - ht =$  -4.6 m  
 $Lr =$  9.14  
 $S1 = c.hn =$  -27.3 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  13.7 Tn

Fuerza remanente Fr = **542.7** Tn

**Aceleración del movimiento**

a = Fr /  $\Sigma W = 0.16$  m/seg<sup>2</sup>

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Grt.	0	0					
1	59	59	1.0	.	14	45	45.5
2	74	95	0.8	.	0	0.0	45.5
3	125	108	0.63	.	17.89	106.8	152.3
4	190	216	0.63	.	26.9	163.3	315.6
5	128	172	0.39	.	20.19	108	423.3
6	144	242	0.43	.	30.78	113	536.1
7	102	224	0.35	.	30.54	71	607.5
8	-27	280	0.48	.	37.53	-65	542.7

(seg)	(m)
t	d
1	0.08
10	8.02
20	32.1
30	72.2
60	289

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **CCOCHA - PUMARANRA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **CCH-02**

Pico Res.  
 $\phi = 11.0$  0 ( $^{\circ}$ )  
 $c = 5.90$  1.50 Tn/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_N = 1.76$  Tn/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m<sup>3</sup>

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
241	11.0	0.59	1.76	0.15
243	18.8	1.87	1.65	1.96

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	13	10.1	2396	2383	45.9	18.7	231	161	166	.	141.4
2	30	15.2	2383	2370	23.1	32.6	803	738	315	.	335.9
3	30	24.0	2370	2361	16.9	31.3	1267	1213	368	.	420.7
4	30	30.2	2361	2353	14.8	31.0	1595	1542	406	.	482.8
5	30	30.1	2353	2349	8.0	30.3	1589	1574	220	.	484.7
6	30	21.2	2349	2345	7.8	30.3	1119	1109	152	.	394.2
7	33	7.3	2345	2341	7.1	33.3	424	421	52.3	.	278.0
$\Sigma$	196					7028		1679			2538

FS = 1.512

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

$a = 0.3$   $\beta = 16.7^{\circ}$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	13	10.1	2396	2383	45.9	18.7	231	69	241	106	205	.	130.8
2	30	15.2	2383	2370	23.1	32.6	803	241	838	617	514	.	312.3
3	30	24.0	2370	2361	16.9	31.3	1267	380	1323	1056	701	.	390.2
4	30	30.2	2361	2353	14.8	31.0	1595	478	1665	1360	832	.	447.4
5	30	30.1	2353	2349	8.0	30.3	1589	477	1659	1444	663	.	459.5
6	30	21.2	2349	2345	7.8	30.3	1119	336	1169	1019	464	.	376.7
7	33	7.3	2345	2341	7.1	33.3	424	127	443	388	171	.	271.6
$\Sigma$						7028				3550	0.67		2388

a	FS
0	1.51
0.1	1.07
0.2	0.82
0.3	0.67

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 6.04$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	13	10.1	2396	2383	45.9	18.7	273	190	77	196	.	125
2	30	15.2	2383	2370	23.1	32.6	948	872	675	372	.	324
3	30	24.0	2370	2361	16.9	31.3	1498	1433	1244	435	.	427
4	30	30.2	2361	2353	14.8	31.0	1884	1822	1635	480	.	501
5	30	30.1	2353	2349	8.0	30.3	1878	1860	1677	260	.	505
6	30	21.2	2349	2345	7.8	30.3	1323	1311	1128	179	.	398
7	33	7.3	2345	2341	7.1	33.3	501	497	296	61.8	.	254
$\Sigma$	hx= 30.2					8306				1984	1.28	2533

h	FS
0.00	1.40
1.51	1.37
3.02	1.34
6.04	1.28

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.47  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  8.13 m  
 $hn = h - ht =$  2.0 m  
 $Lr =$  11.3  
 $S1 = c.hn =$  11.6 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  17 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Grt.	0	0					
1	171	94	0.6	.	17	154	153.9
2	315	336	0.72	.	48.92	266.0	419.9
3	368	421	0.53	.	47.02	320.8	740.7
4	406	483	0.42	.	46.53	359.5	1100
5	220	485	0.37	.	45.44	175	1275
6	152	394	0.28	.	45.42	106	1381
7	52	278	0.19	.	49.88	2	1384

(seg)	(m)
t	d
1	0.10
10	9.84
20	39.4
30	88.6

Fuerza remanente Fr = **1384** Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = Fr / \Sigma W = 0.20$  m/seg<sup>2</sup>

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **FONAVI - I**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **FN-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
230	37.6		1.75	
125	32.3		1.94	
72	29.3		1.71	
226	36.5	0.98	1.75	0.20
225	35.0	1.27	1.68	0.49

Pico Res.  
 $\phi = 29.3$  0 (°)  
 $c = 9.80$  2.00 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.94$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	190	18	2760	2667	26.1	211.5	6635	5959	2917	.	5417.2
2	200	56	2667	2596	19.5	212.2	21728	20476	7269	.	13570.5
3	200	67	2596	2541	15.4	207.4	25996	25065	6893	.	16098.9
4	225	50	2541	2486	13.7	231.6	21825	21201	5182	.	14167.2
5	170	49	2486	2450	12.0	173.8	16160	15810	3348	.	10574.9
6	270	51	2450	2408	8.8	273.2	26714	26396	4106	.	17490.8
7	182	53	2408	2395	4.1	182.5	18713	18666	1333	.	12262.8
8	218	46	2395	2376	5.0	218.8	19454	19381	1689	.	13020.5
9	185	17	2376	2364	3.7	185.4	6101	6089	394.9	.	5233.5
$\Sigma$	1840					163327		33133			107836

FS = 3.25

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	190	18	2760	2667	26.1	211.5	6635	1990	6927	4870	4506	.	4805.9
2	200	56	2667	2596	19.5	212.2	21728	6518	22685	17524	12846	.	11913.7
3	200	67	2596	2541	15.4	207.4	25996	7799	27141	22028	13805	.	14394.1
4	225	50	2541	2486	13.7	231.6	21825	6548	22786	18818	11056	.	12829.8
5	170	49	2486	2450	12.0	173.8	16160	4848	16872	14181	7750	.	9660.9
6	270	51	2450	2408	8.8	273.2	26714	8014	27890	24103	11518	.	16203.9
7	182	53	2408	2395	4.1	182.5	18713	5614	19537	17495	6641	.	11606.1
8	218	46	2395	2376	5.0	218.8	19454	5836	20311	18078	7187	.	12289.5
9	185	17	2376	2364	3.7	185.4	6101	1830	6370	5718	2128	.	5025.7
$\Sigma$						163327			77436	1.27	98730		

a FS  
 0 3.25  
 0.1 2.16  
 0.2 1.61  
 0.3 1.27

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 13.4$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	190	18	2760	2667	26.1	211.5	7114	6389	3555	3127	.	4068
2	200	56	2667	2596	19.5	212.2	23296	21954	19110	7794	.	12804
3	200	67	2596	2541	15.4	207.4	27872	26874	24095	7390	.	15554
4	225	50	2541	2486	13.7	231.6	23400	22731	19627	5556	.	13284
5	170	49	2486	2450	12.0	173.8	17326	16951	14622	3590	.	9908
6	270	51	2450	2408	8.8	273.2	28642	28301	24640	4402	.	16505
7	182	53	2408	2395	4.1	182.5	20064	20013	17568	1429	.	11647
8	218	46	2395	2376	5.0	218.8	20858	20779	17847	1811	.	12160
9	185	17	2376	2364	3.7	185.4	6542	6528	4044	423.4	.	4086
$\Sigma$ hx=	67					175113		35524	2.82	100016		

h  
 agua FS  
 0.00 3.22  
 3.35 3.12  
 6.70 3.02  
 13.40 2.82

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  2.92  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  17.3 m  
 $hn = h - ht =$  0.7 m  
 $Lr =$  39.2  
 $S1 = c.hn =$  7.3 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  78.5 Tn

Fza remanente Fr = 0.0 Tn

**Aceleración del movimiento**

a = Fr /  $\Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	646	1075	1.7	.			0.0
2	7269	13570	1.867	.			
3	6893	16099	2.336	.			
4	5182	14167	2.734	.			
5	3348	10575	3.159	.			
6	4106	17491	4.26	.			
7	1333	12263	9.198	.			
8	1689	13021	7.708	.			
9	395	5234	13.25	.			

(seg) (m)  
 t d  
 1 0.00  
 10 0  
 20 0  
 30 0

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **FONAVI - I**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **FN-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
230	37.6		1.75	
125	32.3		1.94	
72	29.3		1.71	
226	36.5	0.98	1.75	0.20
225	35.0	1.27	1.68	0.49

Pico Res.  
 $\phi = 29.3$  0 (°)  
 $c = 9.80$  2.00 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.94$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	85	16	2578	2535	26.8	95.3	2638	2354	1191	.	2254.7
2	100	45	2535	2500	19.3	105.9	8730	8240	2884	.	5662.3
3	155	56	2500	2462	13.8	159.6	16839	16355	4010	.	10741.9
4	170	43	2462	2452	3.4	170.3	14181	14157	832.8	.	9613.4
5	100	27	2452	2450	1.1	100.0	5238	5237	104.7	.	3919.0
6	120	11	2450	2450	0.0	120.0	2561	2561	0	.	2613.1
$\Sigma$	730						50188		9022		34804

FS = 3.86

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

$a = 0.3$   $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	85	16	2578	2535	26.8	95.3	2638	792	2755	1913	1817	.	2006.9
2	100	45	2535	2500	19.3	105.9	8730	2619	9114	7064	5130	.	5002.2
3	155	56	2500	2462	13.8	159.6	16839	5052	17581	14513	8540	.	9708.3
4	170	43	2462	2452	3.4	170.3	14181	4254	14806	13321	4866	.	9144.0
5	100	27	2452	2450	1.1	100.0	5238	1571	5469	4986	1605	.	3778.2
6	120	11	2450	2450	0.0	120.0	2561	768	2674	2453	736	.	2552.4
$\Sigma$							50188			22694	1.42		32192

a	FS
0	3.86
0.1	2.47
0.2	1.80
0.3	1.42

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 11.2$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	85	16	2578	2535	26.8	95.3	2829	2524	1457	1277	.	1751
2	100	45	2535	2500	19.3	105.9	9360	8835	7648	3092	.	5330
3	155	56	2500	2462	13.8	159.6	18054	17535	15748	4299	.	10401
4	170	43	2462	2452	3.4	170.3	15205	15179	13271	892.9	.	9116
5	100	27	2452	2450	1.1	100.0	5616	5615	4495	112.3	.	3502
6	120	11	2450	2450	0.0	120.0	2746	2746	1402	0	.	1963
7												
8												
9												
$\Sigma$ hx=	56						53810			9673	3.31	32064

h	FS
agua	
0.00	3.80
2.80	3.68
5.60	3.56
11.20	3.31

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  2.92  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  17.3 m  
 $hn = h - ht =$  -1.3 m  
 $Lr =$  38.2  
 $S1 = c.hn =$  -12.3 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  76.4 Tn

Fza remanente  $Fr = 0.0$  Tn

**Aceleración del movimiento**  
 $a = Fr / \Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	574	969	1.7	.			0.0
2	2884	5662	1.963	.			
3	4010	10742	2.679	.			
4	833	9613	11.54	.			
5	105	3919	37.42	.			
6	0	2613		.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY

Ubicación: FONAVI - II

Fecha: Marzo del 2007

Superficie: FNII-01

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
266	35.2	0.88	1.67	0.20
72	29.3		1.71	
77	28.1		1.94	
108	33.0		1.95	
247	21.5	1.57	1.92	0.88

Pico Res.  
 $\phi = 21.5$  0 (°)  
 $c = 8.80$  2.00 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.95$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	50	12	2620	2580	38.7	64.0	1170	913.6	730.9	.	923.4
2	100	50	2580	2550	16.7	104.4	9750	9339	2802	.	4597.4
3	150	63	2550	2502	17.7	157.5	18428	17551	5616	.	8299.4
4	150	70	2502	2463	14.6	155.0	20475	19816	5152	.	9169.7
5	150	75	2463	2445	6.8	151.1	21938	21781	2614	.	9909.3
6	200	72	2445	2407	10.8	203.6	28080	27586	5241	.	12658.1
7	100	50	2407	2395	6.8	100.7	9750	9681	1162	.	4699.6
8	200	38	2395	2375	5.7	201.0	14820	14746	1475	.	7577.6
9	270	22	2375	2364	2.3	270.2	11583	11573	471.5	.	6936.9
$\Sigma$	1370						135993		25264		64771

FS = 2.56

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	50	12	2620	2580	38.7	64.0	1170	351	1222	665	963	.	825.5
2	100	50	2580	2550	16.7	104.4	9750	2925	10179	8140	5367	.	4125.1
3	150	63	2550	2502	17.7	157.5	18428	5528	19239	15197	10423	.	7372.1
4	150	70	2502	2463	14.6	155.0	20475	6143	21377	17500	10629	.	8257.3
5	150	75	2463	2445	6.8	151.1	21938	6581	22903	20112	8762	.	9251.6
6	200	72	2445	2407	10.8	203.6	28080	8424	29316	24917	12947	.	11606.5
7	100	50	2407	2395	6.8	100.7	9750	2925	10179	8938	3894	.	4407.3
8	200	38	2395	2375	5.7	201.0	14820	4446	15473	13701	5650	.	7165.7
9	270	22	2375	2364	2.3	270.2	11583	3475	12093	10950	3777	.	6691.2
$\Sigma$							135993				62412	0.96	59702

a	FS
0	2.56
0.1	1.66
0.2	1.22
0.3	0.96

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 15$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	50	12	2620	2580	38.7	64.0	1248	974.5	14	779.6	.	569
2	100	50	2580	2550	16.7	104.4	10400	9961	8395	2988	.	4226
3	150	63	2550	2502	17.7	157.5	19656	18721	16358	5991	.	7830
4	150	70	2502	2463	14.6	155.0	21840	21137	18812	5496	.	8774
5	150	75	2463	2445	6.8	151.1	23400	23233	20967	2788	.	9589
6	200	72	2445	2407	10.8	203.6	29952	29426	26372	5591	.	12180
7	100	50	2407	2395	6.8	100.7	10400	10326	8815	1239	.	4359
8	200	38	2395	2375	5.7	201.0	15808	15730	12715	1573	.	6777
9	270	22	2375	2364	2.3	270.2	12355	12345	8292	502.9	.	5644
$\Sigma$							145059			26948	2.22	59947

h	FS
agua	
0.00	2.53
3.75	2.46
7.50	2.38
15.00	2.22

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  2.16  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  13.3 m  
 $hn = h - ht =$  -1.3 m  
 $Lr =$  21.2  
 $S1 = c.hn =$  -11.1 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  42.4 Tn

Fza remanente  $Fr =$  0.0 Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = Fr / \Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	331	339	1.0	.	42	288	288.4
2	2802	4597	1.488	.			
3	5616	8299	1.478	.			
4	5152	9170	1.78	.			
5	2614	9909	3.791	.			
6	5241	12658	2.415	.			
7	1162	4700	4.046	.			
8	1475	7578	5.139	.			
9	472	6937	14.71	.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **FONAVI - II**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **FNII-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$c_R$
266	35.2	0.88	1.67	0.20
72	29.3		1.71	
77	28.1		1.94	
108	33.0		1.95	
247	21.5	1.57	1.92	0.88

Pico Res.  
 $\phi = 21.5$  0 (°)  
 $c = 8.80$  2.00 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.95$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	75	34	2620	2578	29.2	86.0	4973	4339	2430	.	2465.4
2	100	49	2578	2550	15.6	103.8	9555	9201	2576	.	4538.3
3	100	62	2550	2516	18.8	105.6	12090	11446	3892	.	5438.4
4	100	51	2516	2507	5.1	100.4	9945	9905	891.4	.	4785.2
5	100	45	2507	2501	3.4	100.2	8775	8759	525.6	.	4331.9
6	124	30	2501	2500	0.5	124.0	7254	7254	58.5	.	3948.6
$\Sigma$	599						52592		10373		25508

FS = 2.46

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3       $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	75	34	2620	2578	29	86	4973	1492	5191	3457	3574	.	2118.4
2	100	49	2578	2550	15.6	103.8	9555	2867	9976	8073	5112	.	4093.8
3	100	62	2550	2516	18.8	105.6	12090	3627	12622	9845	7017	.	4807.7
4	100	51	2516	2507	5.1	100.4	9945	2984	10383	9231	3700	.	4519.8
5	100	45	2507	2501	3.4	100.2	8775	2633	9161	8239	3020	.	4126.9
6	124	30	2501	2500	0.5	124.0	7254	2176	7573	6931	2140	.	3821.4
$\Sigma$							52592				24563	<b>0.96</b>	23488

a	FS
0	2.46
0.1	1.62
0.2	1.21
0.3	0.96

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 12.4$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	75	34	2620	2578	29	86	5304	4628	3562	2592	.	2160
2	100	49	2578	2550	15.6	103.8	10192	9815	8527	2748	.	4273
3	100	62	2550	2516	18.8	105.6	12896	12210	10900	4151	.	5223
4	100	51	2516	2507	5.1	100.4	10608	10565	9320	950.9	.	4555
5	100	45	2507	2501	3.4	100.2	9360	9343	8101	560.6	.	4073
6	124	30	2501	2500	0.5	124.0	7738	7737	6200	62	.	3533
$\Sigma$	hx= 62						56098			11065	<b>2.15</b>	23816

h	FS
agua	
0.00	2.43
3.10	2.36
6.20	2.29
12.40	2.15

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  2.16  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  13.3 m  
 $hn = h - ht =$  20.7 m  
 $Lr =$  27.1  
 $S1 = c.hn =$  183 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  54.3 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	937	857	0.9	.	54	883	883.2
2	2576	4538	1.312	.			
3	3892	5438	1.397	.			
4	891	4785	5.368	.			
5	526	4332	8.243	.			
6	58	3949	67.5	.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0

Fza remanente Fr = 0.0 Tn

**Aceleración del movimiento**

a = Fr /  $\Sigma W = 0.00$  m/seg2

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **MOYOCORRAL - GM**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **MY-GM-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$c_R$
230	37.6		1.75	0.15
235	13.1	1.26	1.59	1.96
266	35.2	0.88	1.67	0.29

Pico Res.  
 $\phi = 13.1$  0 (°)  
 $c = 8.80$  1.50 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.75$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	6	2	2464	2460	34.3	7.3	16	13	8.886	.	67.0
2	10	4	2460	2458	10.2	10.2	70	68.89	12.4	.	105.4
3	20	9	2458	2453	15.4	20.7	326	313.8	86.31	.	255.6
4	20	9	2453	2450	7.1	20.2	305	302.1	37.77	.	247.7
5	20	5	2450	2449	4.6	20.1	161	160.5	12.84	.	213.9
6	29	2	2449	2446	5.1	29.1	86	85.93	7.704	.	276.2
$\Sigma$	105						963		165.9		1166

FS = 7.03

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

$a = 0.3$   $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	6	2	2464	2460	34.3	7.3	16	5	16	10	12	.	66.3
2	10	4	2460	2458	10.2	10.2	70	21	73	62	32	.	103.9
3	20	9	2458	2453	15.4	20.7	326	98	340	276	173	.	246.7
4	20	9	2453	2450	7.1	20.2	305	91	318	279	123	.	242.2
5	20	5	2450	2449	4.6	20.1	161	48	168	150	58	.	211.5
6	29	2	2449	2446	5.1	29.1	86	26	90	80	32	.	274.9
$\Sigma$							963			430	2.66		1145

a	FS
0	7.03
0.1	4.48
0.2	3.32
0.3	2.66

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 1.86$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	6	1.5	2464	2460	34.3	7.3	19	15.46	2	10.56	.	64
2	10	4.0	2460	2458	10.2	10.2	83	81.88	63	14.74	.	104
3	20	9.3	2458	2453	15.4	20.7	387	373	334	102.6	.	260
4	20	8.7	2453	2450	7.1	20.2	362	359.1	322	44.89	.	252
5	20	4.6	2450	2449	4.6	20.1	191	190.8	153	15.26	.	212
6	29	1.7	2449	2446	5.1	29.1	103	102.1	48	9	.	267
$\Sigma$	$h_x = 9.3$						1145			197.2	5.89	1161

h	FS
agua	
0.00	6.12
0.47	6.06
0.93	6.00
1.86	5.89

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.59  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  12.7 m  
 $hn = h - ht =$  -11.2 m  
 $Lr =$  22.5  
 $S1 = c.hn =$  -98.3 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  33.7 Tn

Fza remanente  $Fr = 0.0$  Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = Fr / \Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	40	209	5.3	.			
2	12	105	8.503	.			
3	86	256	2.961	.			
4	38	248	6.558	.			
5	13	214	16.66	.			
6	8	276	35.85	.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **MOYOCORRAL - GM**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **MY-GM-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$c_R$
230	37.6		1.75	0.15
235	13.1	1.26	1.59	1.96
266	35.2	0.88	1.67	0.29

Pico Res.  
 $\phi = 13.1$  0 (°)  
 $c = 8.80$  1.50 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.75$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	9.5	5	2463	2456	36.8	11.9	75	59.93	44.79	.	118.3
2	20	9	2456	2450	15.4	20.7	301	290.2	79.81	.	250.1
3	20	9	2450	2445	15.1	20.7	319	307.5	83.02	.	253.9
4	20	8	2445	2443	6.0	20.1	291	288.9	30.34	.	244.2
5	20	7	2443	2441	6.3	20.1	228	226.1	24.87	.	229.7
6	16	2	2441	2440	1.8	16.0	64	64.37	2.012	.	155.8
$\Sigma$	106						1277		264.8		1252

FS = 4.73

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	9.5	5	2463	2456	36.8	11.9	75	22	78	45	60	.	114.7
2	20	9	2456	2450	15.4	20.7	301	90	314	255	160	.	241.9
3	20	9	2450	2445	15.1	20.7	319	96	333	271	168	.	245.3
4	20	8	2445	2443	6.0	20.1	291	87	303	268	112	.	239.3
5	20	7	2443	2441	6.3	20.1	228	68	238	209	89	.	225.8
6	16	2	2441	2440	1.8	16.0	64	19	67	61	20	.	155.1
$\Sigma$							1277			609	2.01		1222

a	FS
0	4.73
0.1	3.22
0.2	2.46
0.3	2.01

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 1.82$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	9.5	4.5	2463	2456	36.8	11.9	89	71.23	50	53.23	.	116
2	20	8.6	2456	2450	15.4	20.7	358	345	307	94.86	.	254
3	20	9.1	2450	2445	15.1	20.7	379	365.5	328	98.68	.	259
4	20	8.3	2445	2443	6.0	20.1	345	343.4	307	36.06	.	248
5	20	6.5	2443	2441	6.3	20.1	270	268.8	232	29.57	.	231
6	16	2.3	2441	2440	1.8	16.0	77	76.51	47	2	.	152
$\Sigma$	hx= 9.1						1517			314.8	4.00	1260

h	FS
agua	
0.00	4.15
0.46	4.11
0.91	4.08
1.82	4.00

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.59  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  12.7 m  
 $hn = h - ht =$  -8.2 m  
 $Lr =$  21.2  
 $S1 = c.hn =$  -71.9 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  31.7 Tn

Fza remanente  $Fr = 0.0$  Tn

**Aceleración del movimiento**  
 $a = Fr / \Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	119	217	1.8	.			
2	80	250	3.133	.			
3	83	254	3.058	.			
4	30	244	8.05	.			
5	25	230	9.234	.			
6	2	156	77.48	.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0



Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY

Ubicación: **MOYOCORRAL**

Fecha: Marzo del 2007

Superficie: **MY-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$c_R$
230	37.6		1.75	0.15
235	13.1	1.26	1.59	1.96
266	35.2	0.88	1.67	0.29

Pico Res.  
 $\phi = 13.1$  0 (°)  
 $c = 8.80$  1.50 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.75$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	55	22	2951	2906	39.3	71.1	2069	1602	1310	.	998.1
2	100	64	2906	2858	25.6	110.9	11200	10097	4847	.	3325.8
3	100	86	2858	2830	15.6	103.8	14963	14408	4034	.	4266.8
4	150	70	2830	2783	17.4	157.2	18375	17534	5494	.	5463.7
5	150	74	2783	2750	12.4	153.6	19425	18971	4174	.	5766.3
6	100	62	2750	2738	6.8	100.7	10763	10686	1282	.	3373.0
7	100	61	2738	2712	14.6	103.3	10588	10247	2664	.	3293.8
8	90	36	2712	2700	7.6	90.8	5670	5620	749.4	.	2106.9
$\Sigma$	845						93052		24555		28594

FS = 1.16

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	55	22	2951	2906	39.3	71.1	2069	621	2160	1158	1715	.	894.7
2	100	64	2906	2858	25.6	110.9	11200	3360	11693	8279	7544	.	2902.6
3	100	86	2858	2830	15.6	103.8	14963	4489	15621	12641	8004	.	3855.6
4	150	70	2830	2783	17.4	157.2	18375	5513	19184	15216	10301	.	4924.2
5	150	74	2783	2750	12.4	153.6	19425	5828	20280	16972	9449	.	5301.1
6	100	62	2750	2738	6.8	100.7	10763	3229	11236	9867	4299	.	3182.4
7	100	61	2738	2712	14.6	103.3	10588	3176	11054	9049	5496	.	3015.1
8	90	36	2712	2700	7.6	90.8	5670	1701	5920	5168	2333	.	2001.6
$\Sigma$							93052			49141	0.53		26077

a	FS
0	1.16
0.1	0.84
0.2	0.65
0.3	0.53

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 17.1$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S	
1	55	22	2951	2906	39.3	71.1	2460	1904	688	1558	.	786	
2	100	64	2906	2858	25.6	110.9	13312	12001	10104	5761	.	3327	
3	100	86	2858	2830	15.6	103.8	17784	17125	15350	4795	.	4486	
4	150	70	2830	2783	17.4	157.2	21840	20841	18153	6530	.	5608	
5	150	74	2783	2750	12.4	153.6	23088	22549	19922	4961	.	5988	
6	100	62	2750	2738	6.8	100.7	12792	12701	10979	1524	.	3441	
7	100	61	2738	2712	14.6	103.3	12584	12179	10412	3167	.	3332	
8	90	36	2712	2700	7.6	90.8	6739	6680	5127	890.7	.	1992	
$\Sigma$	hx= 86						110599			29185	0.99		28960

h	FS
agua	
0.00	1.11
4.28	1.08
8.55	1.05
17.10	0.99

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.59  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  12.7 m  
 $hn = h - ht =$  8.8 m  
 $Lr =$  20  
 $S1 = c.hn =$  77.7 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  30 Tn

Fza remanente  $Fr =$  22550 Tn

**Aceleración del movimiento**  
 $a = Fr / \Sigma W = 0.24$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	566	312	0.6	.	30	536	536.4
2	4847	3326	0.618	.	166.39	4680	5216.6
3	4034	4267	0.461	.	155.77	3879	9095.2
4	5494	5464	0.374	.	235.79	5258	14353.5
5	4174	5766	0.311	.	230.38	3943	18296.8
6	1282	3373	0.172	.	151.08	1131	19428.1
7	2664	3294	0.149	.	154.99	2509	21937.2
8	749	2107	0.093	.	136.19	613	22550.4

(seg)	(m)
t	d
1	0.12
10	12.12
20	48.47
30	109.1

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY

Ubicación: **MOYOCORRAL**

Fecha: Marzo del 2007

Superficie: **MY-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$c_R$
230	37.6		1.75	0.15
235	13.1	1.26	1.59	1.96
266	35.2	0.88	1.67	0.29

Pico Res.  
 $\phi = 13.1$  0 (°)  
 $c = 8.80$  1.50 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.75$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	19.3	7	2837	2818	44.6	27.1	236	168.5	165.9	.	277.5
2	50	28	2818	2783	35.0	61.0	2450	2007	1405	.	1004.2
3	50	49	2783	2761	23.7	54.6	4288	3924	1727	.	1393.9
4	50	47	2761	2746	16.7	52.2	4113	3939	1182	.	1376.0
5	50	52	2746	2730	17.7	52.5	4550	4334	1387	.	1470.4
6	50	51	2730	2721	10.2	50.8	4463	4392	790.5	.	1469.1
7	30	46	2721	2713	14.9	31.0	2415	2333	622.3	.	816.2
8	58	29	2713	2700	12.6	59.4	2944	2872	643.8	.	1191.5
$\Sigma$	357						25457		7923		8999

FS = 1.14

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

$a = 0.3$   $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	19.3	7	2837	2818	44.6	27.1	236	71	247	114	207	.	264.8
2	50	28	2818	2783	35.0	61.0	2450	735	2558	1519	1922	.	890.5
3	50	49	2783	2761	23.7	54.6	4288	1286	4476	3263	2782	.	1240.0
4	50	47	2761	2746	16.7	52.2	4113	1234	4294	3433	2264	.	1258.3
5	50	52	2746	2730	17.7	52.5	4550	1365	4750	3752	2573	.	1335.2
6	50	51	2730	2721	10.2	50.8	4463	1339	4659	3980	2019	.	1373.1
7	30	46	2721	2713	14.9	31.0	2415	725	2521	2056	1267	.	751.7
8	58	29	2713	2700	12.6	59.4	2944	883	3073	2566	1442	.	1120.2
$\Sigma$							25457			14476	0.57		8234

a	FS
0	1.14
0.1	0.86
0.2	0.68
0.3	0.57

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 10.4$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S	
1	19.3	7	2837	2818	44.6	27.1	281	200.3	-81	197.1	.	219	
2	50	28	2818	2783	35.0	61.0	2912	2386	1751	1670	.	945	
3	50	49	2783	2761	23.7	54.6	5096	4664	4096	2052	.	1434	
4	50	47	2761	2746	16.7	52.2	4888	4682	4139	1405	.	1423	
5	50	52	2746	2730	17.7	52.5	5408	5151	4605	1648	.	1534	
6	50	51	2730	2721	10.2	50.8	5304	5220	4692	940	.	1539	
7	30	46	2721	2713	14.9	31.0	2870	2773	2451	739.6	.	843	
8	58	29	2713	2700	12.6	59.4	3499	3414	2796	765.2	.	1174	
$\Sigma$	hx=	52					30258			9417	0.97		9110

h	FS
agua	
0.00	1.07
2.60	1.04
5.20	1.02
10.40	0.97

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.59  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  12.7 m  
 $hn = h - ht =$  -5.7 m  
 $Lr =$  18.1  
 $S1 = c.hn =$  -49.9 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  27.1 Tn

Fza remanente  $Fr =$  7214 Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = Fr / \Sigma W = 0.28$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	184	196	1.1	.			0.0
2	1405	1004	0.715	.	91.549	1313	1313.4
3	1727	1394	0.459	.	81.939	1645	2958.2
4	1182	1376	0.332	.	78.302	1103	4061.7
5	1387	1470	0.27	.	78.746	1308	5369.6
6	791	1469	0.238	.	76.205	714	6084.0
7	622	816	0.122	.	46.573	576	6659.7
8	644	1191	0.163	.	89.159	555	7214.3

(seg)	(m)
t	d
1	0.14
10	14.17
20	56.68
30	127.5

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **AYMAS**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **AY-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
241	35.2	0.59	1.86	0.49
272	35.2		1.73	

Pico Res.  
 $\phi = 35.2$  0 (°)  
 $c = 5.90$  4.90 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.86$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	20.4	16	2752	2715	61.5	42.7	607	290.1	533.3	.	456.5
2	50	37	2715	2658	48.5	75.4	3441	2280	2577	.	2053.8
3	50	39	2658	2613	42.2	67.5	3627	2688	2435	.	2294.2
4	50	49	2613	2580	33.0	59.6	4511	3782	2458	.	3019.6
5	22	41	2580	2564	36.4	27.3	1678	1351	994.8	.	1114.2
6	28	12	2564	2549	28.0	31.7	625	551.7	293.6	.	576.3
$\Sigma$	220						14488		9292		9515

FS = 1.02

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	20.4	16	2752	2715	61.5	42.7	607	182	634	125	594	.	339.8
2	50	37	2715	2658	48.5	75.4	3441	1032	3593	1444	3123	.	1463.6
3	50	39	2658	2613	42.2	67.5	3627	1088	3787	1875	3105	.	1720.6
4	50	49	2613	2580	33.0	59.6	4511	1353	4709	2916	3441	.	2408.8
5	22	41	2580	2564	36.4	27.3	1678	503	1752	1008	1341	.	872.4
6	28	12	2564	2549	28.0	31.7	625	187	652	444	440	.	500.4
$\Sigma$							14488			12044	0.61		7306

a	FS
0	1.02
0.1	0.85
0.2	0.72
0.3	0.61

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 9.7$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	20.4	16	2752	2715	61.5	42.7	679	324.4	-90	596.4	.	189
2	50	37	2715	2658	48.5	75.4	3848	2550	1818	2882	.	1728
3	50	39	2658	2613	42.2	67.5	4056	3006	2351	2723	.	2057
4	50	49	2613	2580	33.0	59.6	5044	4229	3651	2749	.	2927
5	22	41	2580	2564	36.4	27.3	1876	1511	1246	1112	.	1040
6	28	12	2564	2549	28.0	31.7	699	617	309	328	.	405
$\Sigma$ hx=	49						16202		10391	0.80		8346

h	FS
agua	
0.00	1.00
2.43	0.95
4.85	0.90
9.70	0.80

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  3.72  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  12.2 m  
 $hn = h - ht =$  3.8 m  
 $Lr =$  13.9  
 $S1 = c.hn =$  22.2 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  68.3 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	407	222	0.5	.	68	339	339.0
2	2577	2054	0.704	.	369.69	2207	2546.2
3	2435	2294	0.461	.	330.6	2105	4650.8
4	2458	3020	0.425	.	292.21	2166	6816.8
5	995	1114	0.143	.	133.87	861	7677.7
6	294	576	0.072	.	155.42	138	7815.9

(seg)	(m)
t	d
1	0.27
10	26.97
20	107.9
30	242.8

Fza remanente Fr = **7816** Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = Fr / \Sigma W = 0.54$  m/seg2

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **AYMAS**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **AY-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
241	35.2	0.59	1.86	0.49
272	35.2		1.73	

Pico Res.  
 $\phi = 35.2$  0 (°)  
 $c = 5.90$  4.90 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.86$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	32	20	2683	2630	58.9	61.9	1208	624.5	1034	.	805.8
2	50	46	2630	2579	45.6	71.4	4250	2975	3035	.	2520.3
3	22	36	2579	2564	34.3	26.6	1489	1231	839.1	.	1025.2
4	6	30	2564	2560	33.7	7.2	329	273.9	182.6	.	235.8
5	22	11	2560	2550	24.4	24.2	462	420.9	191.3	.	439.5
$\Sigma$	132						7739		5282		5027

FS = 0.95

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

$a = 0.3$   $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	32	20	2683	2630	58.9	61.9	1208	362	1261	301	1170	.	577.6
2	50	46	2630	2579	45.6	71.4	4250	1275	4437	1978	3762	.	1816.6
3	22	36	2579	2564	34.3	26.6	1489	447	1555	938	1157	.	818.5
4	6	30	2564	2560	33.7	7.2	329	99	344	210	254	.	190.6
5	22	11	2560	2550	24.4	24.2	462	139	483	348	304	.	388.2
$\Sigma$							7739				6647	<b>0.57</b>	3792

a	FS
0	0.95
0.1	0.80
0.2	0.67
0.3	0.57

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 9.14$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	32	20	2683	2630	58.9	61.9	1351	698.4	133	1157	.	459
2	50	46	2630	2579	45.6	71.4	4753	3327	2675	3394	.	2308
3	22	36	2579	2564	34.3	26.6	1666	1376	1133	938.3	.	956
4	6	30	2564	2560	33.7	7.2	368	306.3	240	204.2	.	212
5	22	11	2560	2550	24.4	24.2	517	470.7	250	214	.	319
$\Sigma$	hx= 46						8655			5907	<b>0.72</b>	4254

h	FS
agua	
0.93	1.49
2.29	0.88
4.57	0.82
9.14	0.72

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  3.72  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  12.2 m  
 $hn = h - ht =$  8.1 m  
 $Lr =$  14.3  
 $S1 = c.hn =$  47.6 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  70.1 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	517	281	0.5	.	70	447	446.7
2	3035	2520	0.724	.	349.96	2685	3131.6
3	839	1025	0.258	.	130.47	709	3840.3
4	183	236	0.059	.	35.334	147	3987.5
5	191	440	0.105	.	118.41	73	4060.5

(seg)	(m)
t	d
1	0.26
10	26.23
20	104.9
30	236.1

Fza remanente  $Fr = 4060$  Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = Fr / \Sigma W = 0.52$  m/seg2

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **HUAYLLABAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **HB-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
264	36.0	0.31	1.75	
227	29.6	1.08	1.87	0.20
229	34.6		1.93	
121	32.5		1.94	
119	31.9		1.94	

Pico Res.  
 $\phi = 29.6$  0 (°)  
 $c = 3.10$  2.00 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.94$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	S
1	16.1	14	2878	2850	60.1	32.3	422	210.2	365.5	219.5
2	50	37	2850	2804	42.6	67.9	3628	2670	2456	1727.3
3	50	43	2804	2769	35.0	61.0	4123	3377	2364	2107.8
4	50	47	2769	2741	29.2	57.3	4569	3986	2232	2442.1
5	50	41	2741	2711	31.0	58.3	3977	3410	2046	2118.1
6	100	27	2711	2658	27.9	113.2	5277	4662	2471	2999.5
7	50	23	2658	2637	22.8	54.2	2241	2066	867.7	1341.7
8	50	13	2637	2615	23.7	54.6	1242	1136	500	814.9
9	78	6	2615	2575	27.1	87.7	968	861.7	441.9	761.3
$\Sigma$	494						26445	13745		14532

FS = 1.06

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.2       $\beta = 11.3^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	S
1	16.1	14	2878	2850	60.1	32.3	422	84	430	134	400	176.5
2	50	37	2850	2804	42.6	67.9	3628	726	3700	2136	2932	1424.2
3	50	43	2804	2769	35.0	61.0	4123	825	4204	2848	2981	1807.1
4	50	47	2769	2741	29.2	57.3	4569	914	4659	3471	2971	2149.5
5	50	41	2741	2711	31.0	58.3	3977	795	4056	2943	2675	1852.5
6	100	27	2711	2658	27.9	113.2	5277	1055	5381	4087	3337	2672.7
7	50	23	2658	2637	22.8	54.2	2241	448	2285	1856	1256	1222.2
8	50	13	2637	2615	23.7	54.6	1242	248	1266	1016	713	746.7
9	78	6	2615	2575	27.1	87.7	968	194	988	758	602	702.5
$\Sigma$							26445			17867	0.71	12754

a	FS
0	1.06
0.1	0.86
0.2	0.71
0.3	0.60

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 9.42$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	S	
1	16.1	14	2878	2850	60.1	32.3	452	225.4	-79	391.9	55	
2	50	37	2850	2804	42.6	67.9	3890	2862	2222	2633	1473	
3	50	43	2804	2769	35.0	61.0	4420	3621	3046	2535	1920	
4	50	47	2769	2741	29.2	57.3	4898	4274	3734	2393	2299	
5	50	41	2741	2711	31.0	58.3	4264	3656	3107	2194	1946	
6	100	27	2711	2658	27.9	113.2	5658	4999	3933	2649	2585	
7	50	23	2658	2637	22.8	54.2	2402	2215	1704	930.3	1136	
8	50	13	2637	2615	23.7	54.6	1331	1218	704	536.1	569	
9	78	6	2615	2575	27.1	87.7	1038	923.9	98	473.8	328	
$\Sigma$	hx= 47						28354			14737	0.84	12311

h	agua	FS
	0.00	1.05
	2.36	0.99
	4.71	0.94
	9.42	0.84

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  2.95  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  5.49 m  
 $hn = h - ht =$  8.0 m  
 $Lr =$  15.9  
 $S1 = c.hn =$  24.8 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  31.7 Tn

Fza remanente Fr = 11208 Tn

**Aceleración del movimiento**  
 $a = Fr / \Sigma W = 0.42$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	386	167	0.4	.	32	354	354.2
2	2456	1727	0.615	.	135.88	2320	2674.5
3	2364	2108	0.418	.	122.07	2242	4916.6
4	2232	2442	0.342	.	114.61	2118	7034.2
5	2046	2118	0.233	.	116.62	1930	8963.8
6	2471	2999	0.262	.	226.35	2245	11208.5
7	868	1342	0.111	.	108.46	759	11967.7
8	500	815	0.065	.	109.25	391	12358.5
9	442	761	0.059	.	175.32	267	12625.1

(seg)	(m)
t	d
1	0.21
10	21.19
20	84.77
30	190.7

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **HUAYLLABAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **HB-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
264	36.0	0.31	1.75	
227	29.6	1.08	1.87	0.20
229	34.6		1.93	
121	32.5		1.94	
119	31.9		1.94	

Pico Res.  
 $\phi = 29.6$  0 (°)  
 $c = 3.10$  2.00 Tn/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_N = 1.94$  Tn/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m<sup>3</sup>

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	41	36	2705	2650	53.3	68.6	2863	1711	2296	.	1184.9
2	50	48	2650	2611	38.0	63.4	4656	3671	2864	.	2282.1
3	50	38	2611	2589	23.7	54.6	3686	3374	1484	.	2086.0
4	50	25	2589	2579	11.3	51.0	2425	2378	475.6	.	1508.9
5	27	8	2579	2575	8.4	27.3	419	414.5	61.41	.	320.1
$\Sigma$	218						14049		7181		7382

FS = 1.03

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3       $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	41	36	2705	2650	53.3	68.6	2863	859	2990	980	2691		769.1
2	50	48	2650	2611	38.0	63.4	4656	1397	4861	2694	3798		1726.7
3	50	38	2611	2589	23.7	54.6	3686	1106	3848	2805	2391		1762.8
4	50	25	2589	2579	11.3	51.0	2425	728	2532	2141	1139		1374.3
5	27	8	2579	2575	8.4	27.3	419	126	437	379	178		300.1
$\Sigma$							14049				10197	<b>0.58</b>	5933

a	FS
0	1.03
0.1	0.84
0.2	0.69
0.3	0.58

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 9.6$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	41	36	2705	2650	53.3	68.6	3070	1835	1176	2461		881
2	50	48	2650	2611	38.0	63.4	4992	3936	3327	3070		2087
3	50	38	2611	2589	23.7	54.6	3952	3617	3093	1592		1926
4	50	25	2589	2579	11.3	51.0	2600	2550	2060	509.9		1328
5	27	8	2579	2575	8.4	27.3	449	444.4	182	65.84		188
$\Sigma$	hx= 48						15063			7699	<b>0.83</b>	6411

h	FS
agua	
0.00	1.02
2.40	0.97
4.80	0.93
9.60	0.83

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  2.95  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  5.49 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  28 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	840	375	0.4		28	812	812.5
2	2864	2282	0.621		126.82	2737	3549.3
3	1484	2086	0.414		109.25	1375	4924.5
4	476	1509	0.279		101.98	374	5298.1
5	61	320	0.06		54.589	7	5304.9

(seg)	(m)
t	d
1	0.19
10	18.88
20	75.52
30	169.9

Fza remanente Fr = **5305** Tn

**Aceleración del movimiento**

a = Fr /  $\Sigma W$  = 0.38 m/seg<sup>2</sup>

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **ANTABAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **AB-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
235	13.1	1.26	1.59	
236	29.2	0.33	1.75	
238	36.4		1.75	

Pico Res.  
 $\phi = 13.1$  0 (°)  
 $c = 3.30$  1.68 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.75$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	23	7	3018	2989	51.6	37.0	282	175.1	220.8	.	162.9
2	27	18	2989	2968	37.9	34.2	851	671.3	522.2	.	269.1
3	24	20	2968	2947	41.2	31.9	840	632.2	553.1	.	252.3
4	26	14	2947	2925	40.2	34.1	637	486.3	411.5	.	225.6
5	32	6	2925	2900	38.0	40.6	336	264.8	206.9	.	195.6
$\Sigma$	132						2945		1914		1106

FS = 0.58

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3       $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	23	7	3018	2989	51.6	37.0	282	85	294	104	262	.	146.4
2	27	18	2989	2968	37.9	34.2	851	255	888	493	693	.	227.6
3	24	20	2968	2947	41.2	31.9	840	252	877	447	711	.	209.2
4	26	14	2947	2925	40.2	34.1	637	191	665	348	534	.	193.3
5	32	6	2925	2900	38.0	40.6	336	101	351	194	274	.	179.2
$\Sigma$							2945				2474	<b>0.39</b>	956

a	FS
0	0.58
0.1	0.50
0.2	0.44
0.3	0.39

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 4$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	23	7	3018	2989	51.6	37.0	335	208.1	60	262.4	.	136
2	27	18	2989	2968	37.9	34.2	1011	797.9	661	620.6	.	267
3	24	20	2968	2947	41.2	31.9	998	751.4	624	657.5	.	250
4	26	14	2947	2925	40.2	34.1	757	578	442	489.1	.	215
5	32	6	2925	2900	38.0	40.6	399	314.7	152	245.9	.	169
$\Sigma$	hx= 20						3501			2275	<b>0.46</b>	1038

h	FS
agua	
0.00	0.53
1.00	0.51
2.00	0.49
4.00	0.46

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.59  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  4.75 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  23.6 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	160	71	0.4	.	24	136	136.1
2	522	269	0.409	.	57.567	465	600.7
3	553	252	0.219	.	53.672	499	1100.2
4	411	226	0.149	.	57.321	354	1454.4
5	207	196	0.118	.	68.343	139	1592.9

(seg)	(m)
t	d
1	0.27
10	27.04
20	108.2
30	243.4

Fza remanente  $Fr =$  **1593** Tn  
**Aceleración del movimiento**  
 $a = Fr / \Sigma W = 0.54$  m/seg2

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **ANTABAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **AB-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
235	13.1	1.26	1.59	
236	29.2	0.33	1.75	
238	36.4		1.75	

Pico Res.  
 $\phi = 13.1$  0 (°)  
 $c = 3.30$  1.68 Tn/m2  
 $\gamma_N = 1.75$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	10.7	17	2998	2959	74.7	40.4	318	84.22	307	.	153.1
2	20	41	2959	2924	60.0	40.1	1435	716.6	1243	.	298.9
3	14	40	2924	2902	58.4	26.8	980	512.8	835.1	.	207.6
4	32	33	2902	2885	27.3	36.0	1848	1643	846.9	.	501.0
5	48	13	2885	2875	11.8	49.0	1050	1028	214.2	.	401.0
$\Sigma$	125						5631		3446		1562

FS = 0.45

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	10.7	17	2998	2959	74.7	40.4	318	95	332	-8	318	.	131.7
2	20	41	2959	2924	60.0	40.1	1435	431	1498	329	1397	.	208.8
3	14	40	2924	2902	58.4	26.8	980	294	1023	251	947	.	146.7
4	32	33	2902	2885	27.3	36.0	1848	554	1929	1330	1283	.	428.3
5	48	13	2885	2875	11.8	49.0	1050	315	1096	923	500	.	376.6
$\Sigma$							5631				4446	0.29	1292

a	FS
0	0.45
0.1	0.39
0.2	0.33
0.3	0.29

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 8.2$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	10.7	17	2998	2959	74.7	40.4	378	100.1	-232	364.9	.	80
2	20	41	2959	2924	60.0	40.1	1706	851.7	523	1478	.	254
3	14	40	2924	2902	58.4	26.8	1165	609.5	390	992.6	.	179
4	32	33	2902	2885	27.3	36.0	2196	1952	1657	1007	.	504
5	48	13	2885	2875	11.8	49.0	1248	1222	820	254.5	.	353
$\Sigma$	hx= 41						6693			4096	0.33	1370

h	FS
agua	
0.00	0.42
2.05	0.40
4.10	0.38
8.20	0.33

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  1.59  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  4.75 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  23.6 Tn

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	477	72	0.2	.	24	454	453.8
2	1243	299	0.176	.	67.406	1176	1629.7
3	835	208	0.084	.	45.029	790	2419.8
4	847	501	0.153	.	60.594	786	3206.1
5	214	401	0.117	.	82.519	132	3337.8

(seg)	(m)
t	d
1	0.30
10	29.64
20	118.5
30	266.7

Fza remanente Fr = 3338 Tn

**Aceleración del movimiento**

a = Fr /  $\Sigma W = 0.59$  m/seg2



Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **CONDEBAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **CB-01**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
79	38.0		1.94	
110	35.1		1.94	
111	34.0		2.03	
83	31.4		1.94	
279	34.7	1.96	1.72	1.47

Pico Res.  
 $\phi = 31.4$  0 (°)  
 $c = 19.60$  14.7 Tn/m2  
 $\gamma_N = 2.03$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	40	12	2505	2471	40.4	52.5	974	742.4	631.1	.	1482.1
2	60	33	2471	2440	27.7	67.8	4019	3559	1868	.	3500.5
3	80	39	2440	2417	15.7	83.1	6334	6097	1715	.	5350.5
4	40	38	2417	2409	11.3	40.8	3086	3026	605.1	.	2646.4
5	28	37	2409	2406	6.1	28.2	2103	2091	224	.	1828.4
6	43	31	2406	2402	5.3	43.2	2706	2694	250.6	.	2491.1
7	61	22	2402	2402	0.0	61.0	2662	2662	0	.	2820.7
$\Sigma$	352						21884		5294		20120

FS = 3.80

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3  $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	40	12	2505	2471	40.4	52.5	974	292	1017	530	818	.	1352.3
2	60	33	2471	2440	27.7	67.8	4019	1206	4196	2872	2812	.	3081.2
3	80	39	2440	2417	15.7	83.1	6334	1900	6612	5347	3394	.	4892.8
4	40	38	2417	2409	11.3	40.8	3086	926	3221	2724	1449	.	2462.4
5	28	37	2409	2406	6.1	28.2	2103	631	2196	1939	815	.	1735.2
6	43	31	2406	2402	5.3	43.2	2706	812	2825	2509	1014	.	2377.8
7	61	22	2402	2402	0.0	61.0	2662	799	2780	2550	765	.	2752.2
$\Sigma$							21884				11068	1.69	18654

a	FS
0	3.80
0.1	2.69
0.2	2.07
0.3	1.69

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 7.8$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	40	12	2505	2471	40.4	52.5	998	760.7	351	646.6	.	1243
2	60	33	2471	2440	27.7	67.8	4118	3646	3118	1914	.	3231
3	80	39	2440	2417	15.7	83.1	6490	6247	5599	1757	.	5046
4	40	38	2417	2409	11.3	40.8	3162	3100	2782	620	.	2498
5	28	37	2409	2406	6.1	28.2	2155	2143	1923	229.6	.	1726
6	43	31	2406	2402	5.3	43.2	2773	2761	2424	257	.	2326
7	61	22	2402	2402	0.0	61.0	2728	2728	2252	0	.	2570
$\Sigma$	hx= 39						22423			5424	3.44	18641

h	FS
agua	
0.00	3.77
1.95	3.68
3.90	3.60
7.80	3.44

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  3.18  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  34.4 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  206 Tn

Fza remanente Fr = 0.0 Tn

**Aceleración del movimiento**

a = Fr /  $\Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	226	433	1.9	.			
2	1868	3500	1.874	.			
3	1715	5350	3.12	.			
4	605	2646	4.373	.			
5	224	1828	8.161	.			
6	251	2491	9.939	.			
7	0	2821		.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **CONDEBAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **CB-02**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
79	38.0		1.94	
110	35.1		1.94	
111	34.0		2.03	
83	31.4		1.94	
279	34.7	1.96	1.72	1.47

Pico Res.  
 $\phi = 31.4$  0 (°)  
 $c = 19.60$  14.7 Tn/m2  
 $\gamma_N = 2.03$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	30	9	2462	2441	35.0	36.6	548	449	314.3	.	991.8
2	40	11	2441	2425	21.8	43.1	893	829.3	331.7	.	1350.6
3	28	22	2425	2417	15.9	29.1	1250	1202	343.5	.	1304.7
4	43	22	2417	2410	9.9	43.6	1877	1849	322.5	.	1984.1
5	62	20	2410	2401	7.8	62.6	2517	2494	341.9	.	2748.8
$\Sigma$	203					7086			1654		8380

FS = 5.07

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3       $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S	a	FS
1	30	9	2462	2441	35.0	36.6	548	164	572	340	430	.	925.1	0	5.07
2	40	11	2441	2425	21.8	43.1	893	268	933	699	556	.	1271.1	0.1	3.55
3	28	22	2425	2417	15.9	29.1	1250	375	1306	1053	675	.	1213.5	0.2	2.74
4	43	22	2417	2410	9.9	43.6	1877	563	1959	1678	840	.	1879.9	0.3	2.23
5	62	20	2410	2401	7.8	62.6	2517	755	2628	2290	1044	.	2624.7		
$\Sigma$						7086					3545	2.23	7914		

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 4.4$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S	h	FS
1	30	9	2462	2441	35.0	36.6	562	460.1	299	322.1	.	900	agua	5.01
2	40	11	2441	2425	21.8	43.1	915	849.7	660	339.9	.	1247	1.10	4.92
3	28	22	2425	2417	15.9	29.1	1281	1232	1104	352	.	1245	2.20	4.84
4	43	22	2417	2410	9.9	43.6	1923	1894	1702	330.4	.	1895	4.40	4.66
5	62	20	2410	2401	7.8	62.6	2579	2555	2280	350.3	.	2618		
$\Sigma$	hx= 22					7260				1695	4.66	7905		

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\Phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  3.18  
 $ht = 2c(N\Phi)^{1/2}/\gamma$  34.4 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  206 Tn

Fza remanente Fr = 0.0 Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = \cdot / \Sigma W =$  0.00 m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta	(seg)	(m)
Gr.	0	0						t	d
1	150	402	2.7	.				1	0.00
2	332	1351	4.071	.				10	0
3	344	1305	3.798	.				20	0
4	322	1984	6.153	.				30	0
5	342	2749	8.04	.					

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **CONDEBAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **CB-03**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
79	38.0		1.94	
110	35.1		1.94	
111	34.0		2.03	
83	31.4		1.94	
279	34.7	1.96	1.72	1.47

Pico Res.  
 $\phi = 31.4$  0 (°)  
 $c = 19.60$  14.7 Tn/m2  
 $\gamma_N = 2.03$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	56.8	10	2520	2493	25.4	62.9	1199	1083	514.8	.	1893.7
2	60	20	2493	2465	25.0	66.2	2485	2252	1051	.	2672.1
3	80	23	2465	2442	16.0	83.2	3703	3559	1023	.	3803.7
4	100	28	2442	2420	12.4	102.4	5765	5631	1239	.	5443.8
5	60	20	2420	2403	15.8	62.4	2436	2344	664.1	.	2652.9
6	80	18	2403	2395	5.7	80.4	2923	2909	290.9	.	3351.3
7	80	22	2395	2382	9.2	81.0	3638	3591	583.5	.	3780.3
8	80	20	2382	2380	1.4	80.0	3183	3182	79.55	.	3510.8
9	60	20	2380	2379	1.0	60.0	2485	2484	41.41	.	2692.6
10	105	11	2379	2378	0.5	105.2	2306	2306	21.92	.	3469.8

$\Sigma W = 29340$   
 $\Sigma T = 5508.67$   
 $\Sigma S = 33271$   
 $\Sigma b = 762$   
 $FS = 6.04$

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

$a = 0.3$   $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	56.8	10	2520	2493	25.4	62.9	1199	360	1252	889	804	.	1775.6
2	60	20	2493	2465	25.0	66.2	2485	745	2594	1855	1653	.	2429.9
3	80	23	2465	2442	16.0	83.2	3703	1111	3866	3115	2002	.	3532.6
4	100	28	2442	2420	12.4	102.4	5765	1730	6019	5037	2804	.	5081.6
5	60	20	2420	2403	15.8	62.4	2436	731	2543	2054	1310	.	2476.1
6	80	18	2403	2395	5.7	80.4	2923	877	3052	2702	1114	.	3225.4
7	80	22	2395	2382	9.2	81.0	3638	1091	3798	3272	1591	.	3585.5
8	80	20	2382	2380	1.4	80.0	3183	955	3323	3025	991	.	3415.0
9	60	20	2380	2379	1.0	60.0	2485	745	2594	2368	754	.	2621.4
8	105	11	2379	2378	0.5	105.2	2306	692	2408	2203	684	.	3406.6

$\Sigma T = 13707$   
 $\Sigma S = 31550$   
 $FS = 2.30$   

a	FS
0	5.43
0.1	3.91
0.2	2.89
0.3	2.30

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 5.68$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	56.8	10	2520	2493	25.4	62.9	1229	1110	752	527.5	.	1692
2	60	20	2493	2465	25.0	66.2	2546	2307	1931	1077	.	2476
3	80	23	2465	2442	16.0	83.2	3794	3646	3173	1048	.	3569
4	100	28	2442	2420	12.4	102.4	5907	5769	5188	1269	.	5173
5	60	20	2420	2403	15.8	62.4	2496	2401	2047	680.4	.	2472
6	80	18	2403	2395	5.7	80.4	2995	2980	2524	298	.	3116
7	80	22	2395	2382	9.2	81.0	3727	3679	3219	597.9	.	3553
8	80	20	2382	2380	1.4	80.0	3261	3260	2806	81.51	.	3281
9	60	20	2380	2379	1.0	60.0	2546	2546	2205	42.43	.	2522
10	105	11	2379	2378	0.5	105.2	2363	2363	1766	22.46	.	3140

$hx = 28$   
 $\Sigma W = 30865$   
 $\Sigma T = 5644$   
 $\Sigma S = 30995$   
 $FS = 5.49$   

hw	FS
0.00	5.97
1.42	5.85
2.84	5.73
5.68	5.49

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  3.18  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  34.4 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  206 Tn

Fza remanente  $Fr = 0.0$  Tn

**Aceleración del movimiento**

$a = \Sigma W = 0.00$  m/seg2

Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	130	437	3.4	.			
2	1051	2672	2.543	.			
3	1023	3804	3.718	.			
4	1239	5444	4.395	.			
5	664	2653	3.995	.			
6	291	3351	11.52	.			
7	583	3780	6.479	.			
8	80	3511	44.13	.			
9	41	2693	65.03	.			

(seg)	(m)
t	d
1	0.00
10	0
20	0
30	0

Proyecto: MAPA DE PELIGROS DE ABANCAY  
 Ubicación: **CONDEBAMBA**  
 Fecha: Marzo del 2007  
 Superficie: **CB-04**

Pto	$\phi$	c	$\gamma$	$C_R$
79	38.0		1.94	
110	35.1		1.94	
111	34.0		2.03	
83	31.4		1.94	
279	34.7	1.96	1.72	1.47

Pico Res.  
 $\phi = 31.4$  0 (°)  
 $c = 19.60$  14.7 Tn/m2  
 $\gamma_N = 2.03$  Tn/m3  
 $\gamma_{SAT} = 2.08$  Tn/m3

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

**Cálculo normal (falla general - Humedad Nat.)**

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	T	.	S
1	36.8	17	2520	2481	46.7	53.6	1255	861.3	912.8	.	1576.7
2	60	42	2481	2443	32.3	71.0	5116	4322	2737	.	4030.0
3	60	49	2443	2422	19.3	63.6	5944	5610	1964	.	4670.4
4	60	45	2422	2416	5.7	60.3	5505	5478	547.8	.	4525.7
5	40	41	2416	2415	1.4	40.0	3345	3344	83.61	.	2825.7
	40	38	2415	2419	-5.7	40.2	3118	3103	-310	.	2681.7
	46.8	18	2419	2422	-3.7	46.9	1748	1744	-112	.	1984.0
$\Sigma$	344						26031		5823		22294

FS = 3.83

**Cálculo normal (F. general - Humedad Natural Sismo)**

a = 0.3       $\beta = 16.7^\circ$

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	Fh	Ws	Ns	Ts	.	S
1	36.8	17	2520	2481	46.7	53.6	1255	377	1310	563	1122	.	1394.5
2	60	42	2481	2443	32.3	71.0	5116	1535	5341	3353	3864	.	3438.7
3	60	49	2443	2422	19.3	63.6	5944	1783	6206	4809	3493	.	4181.6
4	60	45	2422	2416	5.7	60.3	5505	1652	5748	5090	2099	.	4288.6
5	40	41	2416	2415	1.4	40.0	3345	1004	3493	3179	1041	.	2724.9
6	40	38	2415	2419	-5.7	40.2	3118	935	3255	3061	594	.	2656.3
7	46.8	18	2419	2422	-3.7	46.9	1748	524	1825	1703	394	.	1958.7
$\Sigma$							26031				12607	1.64	20643

a	FS
0	3.83
0.1	2.66
0.2	2.03
0.3	1.64

**Cálculo normal (falla general - Flujo)**

$\mu = 9.76$  m

Nº	b	h	Yi	Yf	$\alpha$	L	W	N	N'	T	.	S
1	36.8	17	2520	2481	46.7	53.6	1286	882.5	359	935.3	.	1270
2	60	42	2481	2443	32.3	71.0	5242	4428	3735	2805	.	3672
3	60	49	2443	2422	19.3	63.6	6090	5748	5128	2012	.	4376
4	60	45	2422	2416	5.7	60.3	5641	5613	5024	561.3	.	4249
5	40	41	2416	2415	1.4	40.0	3428	3427	3036	85.67	.	2638
6	40	38	2415	2419	-5.7	40.2	3195	3179	2787	-318	.	2489
7	46.8	18	2419	2422	-3.7	46.9	1791	1787	1330	-114.6	.	1731
$\Sigma$	hx= 49						26673			5966	3.42	20424

h	FS
agua	
0.00	3.80
2.44	3.70
4.88	3.61
9.76	3.42

**Cálculo considerando grieta de tracción y falla progresiva**

Grieta de tracción.

$N\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$  3.18  
 $ht = 2c(N\phi)^{1/2}/\gamma$  34.4 m  
 $hn = h - ht =$  0.0 m  
 $Lr =$  14  
 $S1 = c.hn =$  0 Tn  
 $S1r = cr.Lr =$  206 Tn

Fza remanente Fr = 0.0 Tn

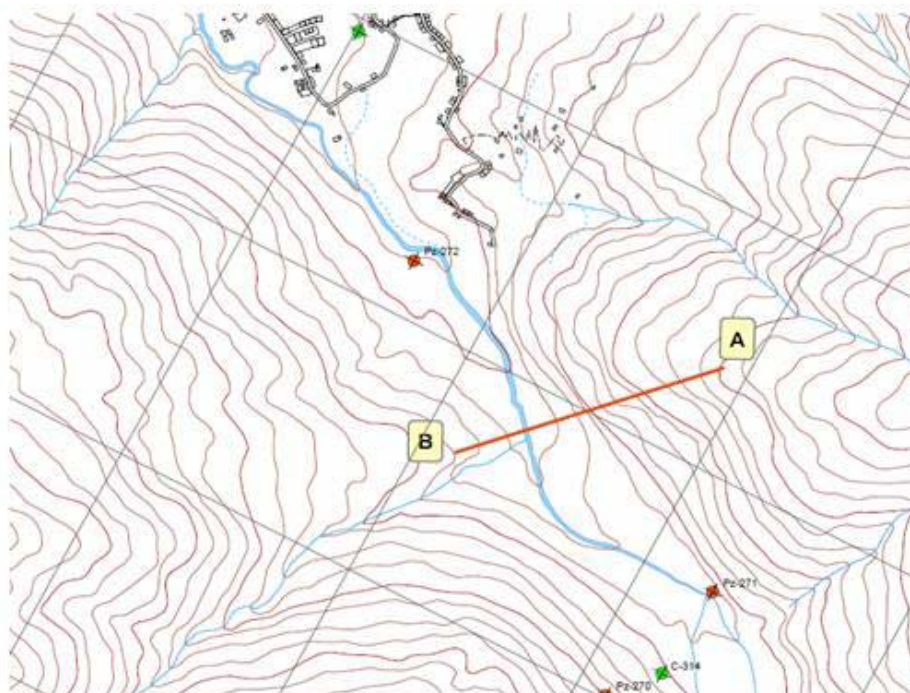
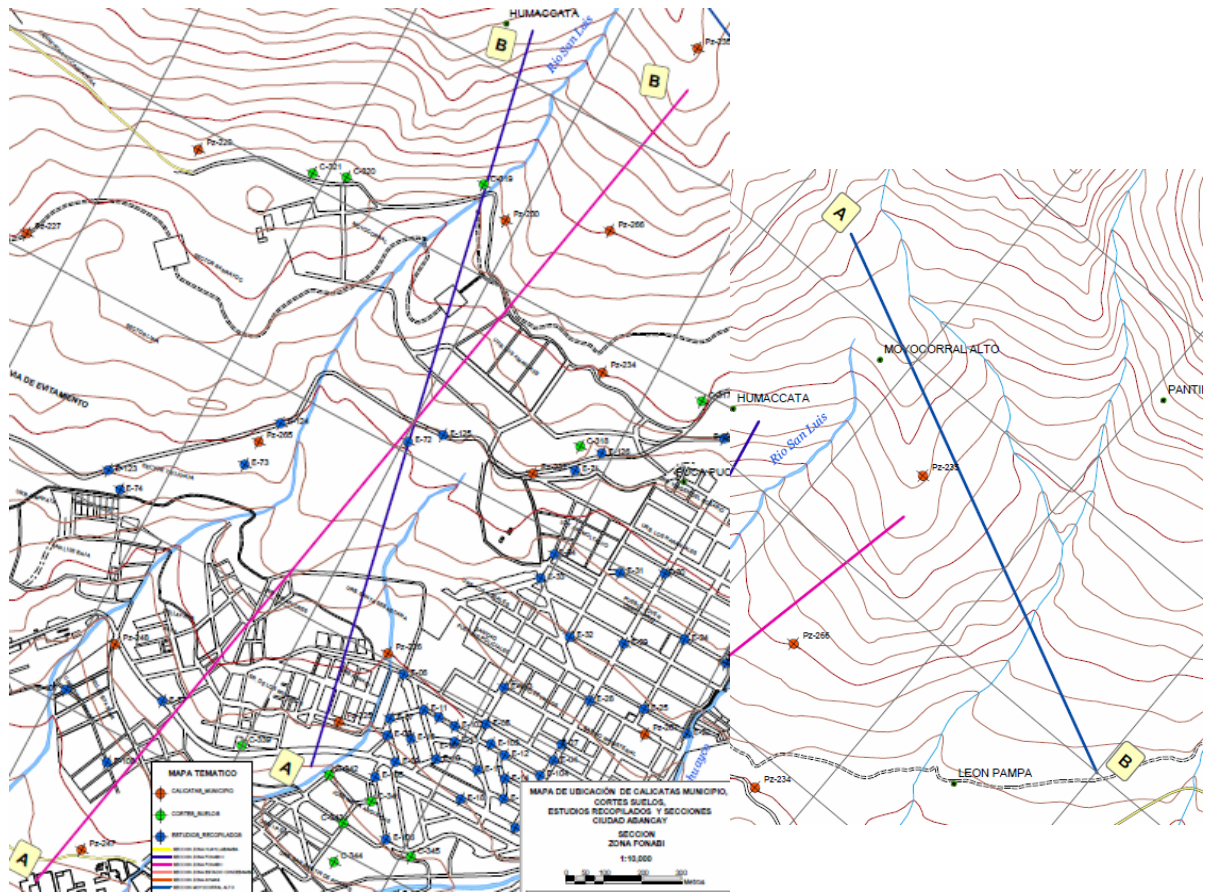
**Aceleración del movimiento**

$a = \gamma / \Sigma W =$  0.00 m/seg2

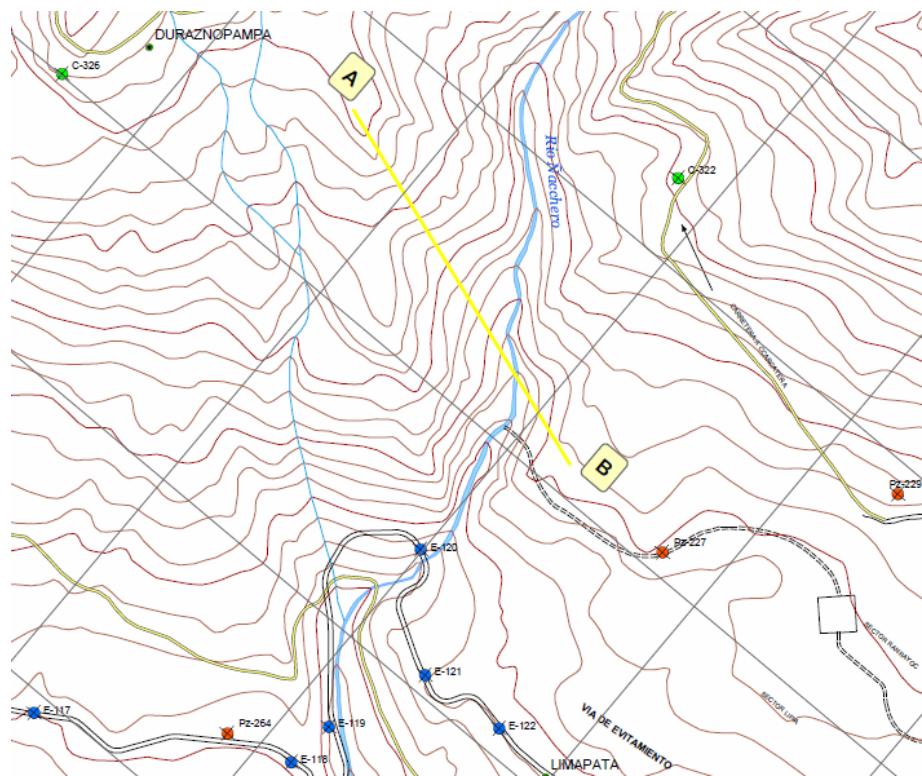
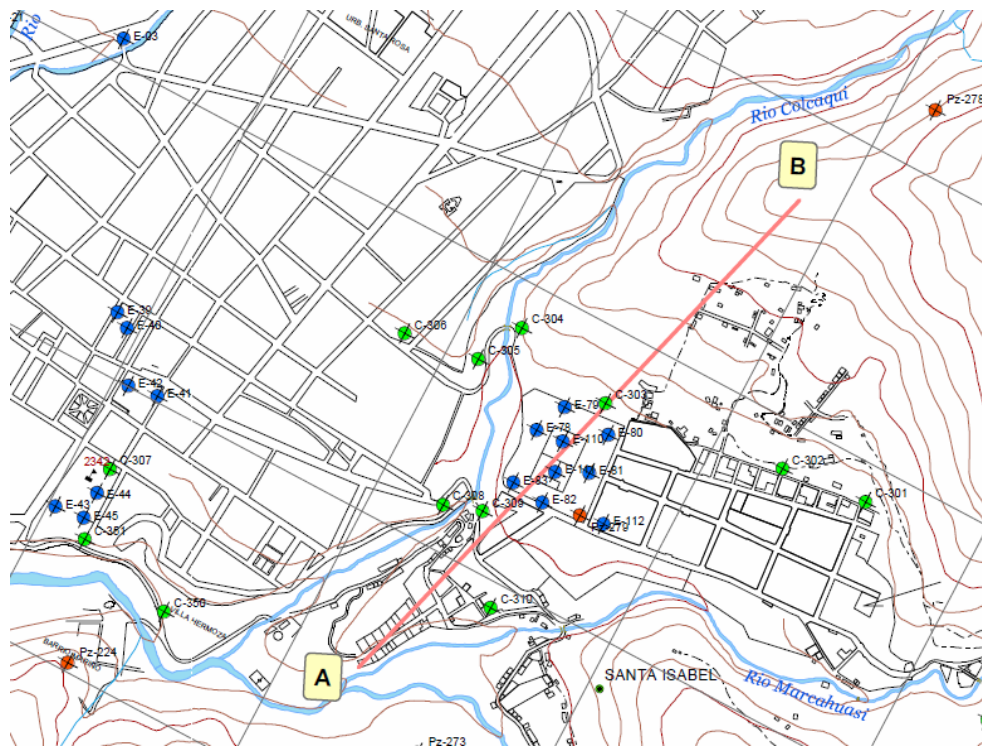
Nº	T	S	FS	Mat.	Sr	T+	Ta
Gr.	0	0					
1	356	474	1.3	.			
2	2737	4030	1.472	.			
3	1964	4670	2.379	.			
4	548	4526	8.261	.			
5	84	2826	33.8	.			
6							
7							

(seg)	(m)
t	d
1	0
10	0
20	0
30	0

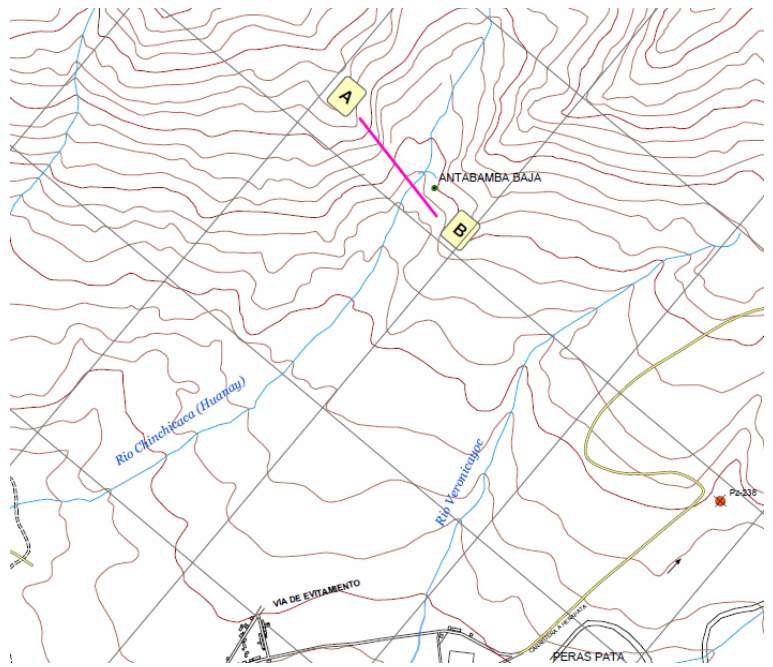
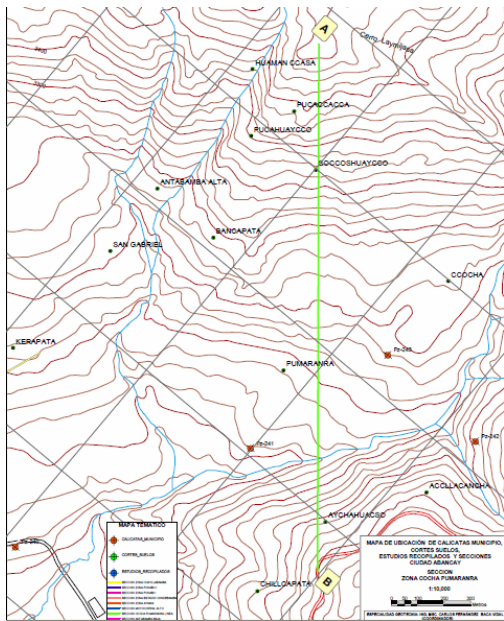
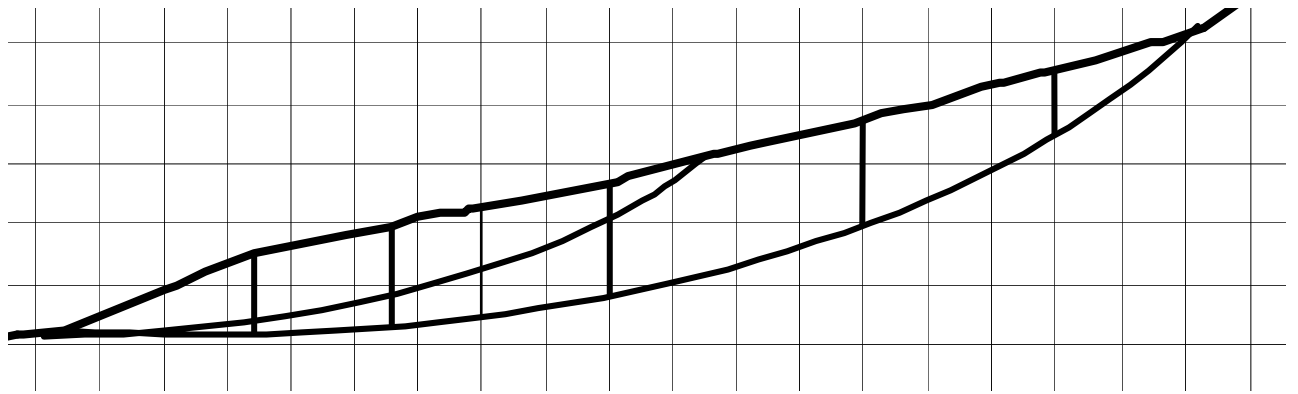
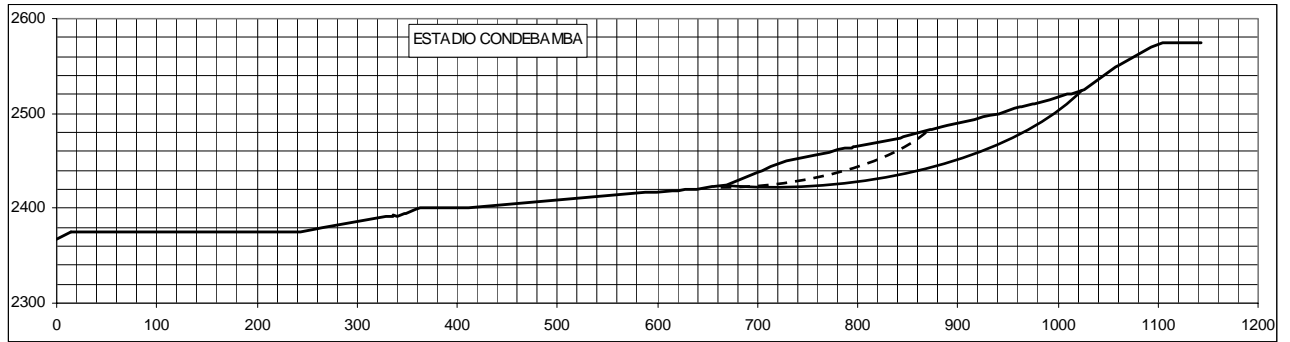
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.  
 PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:

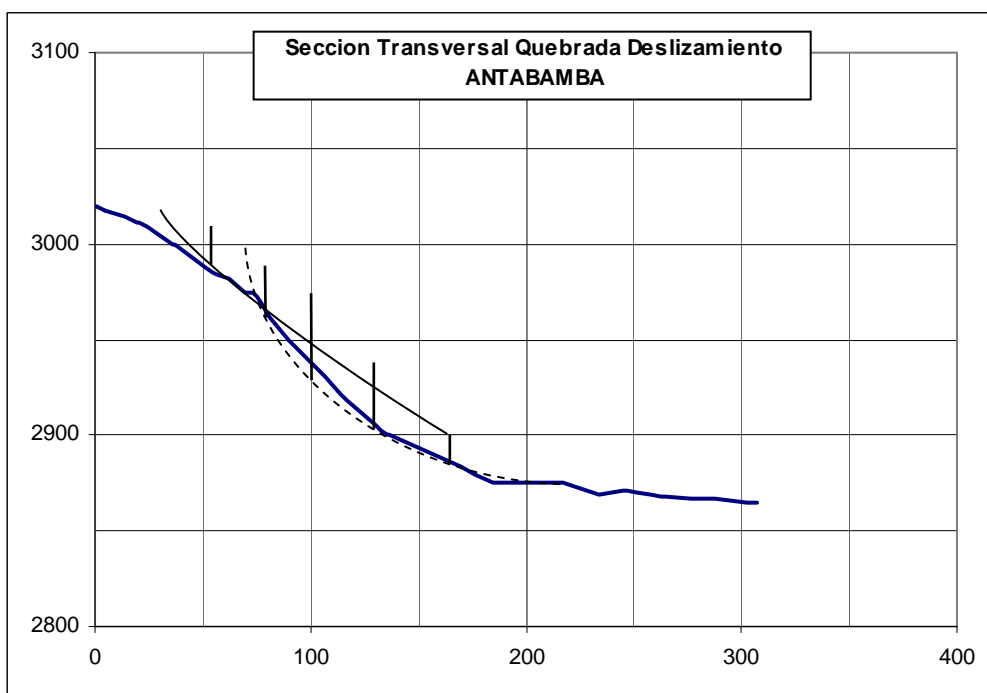
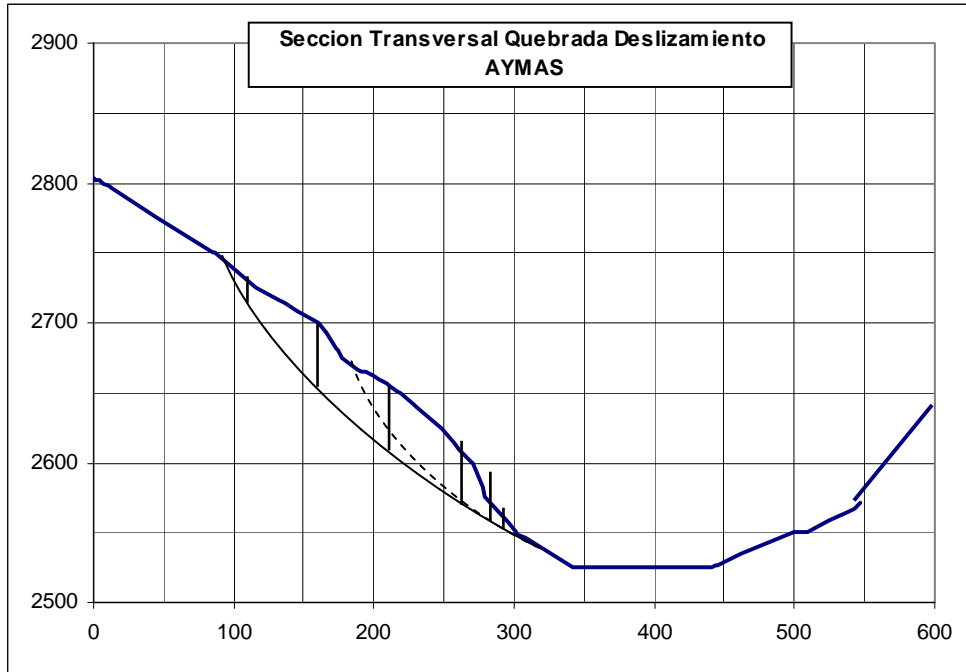
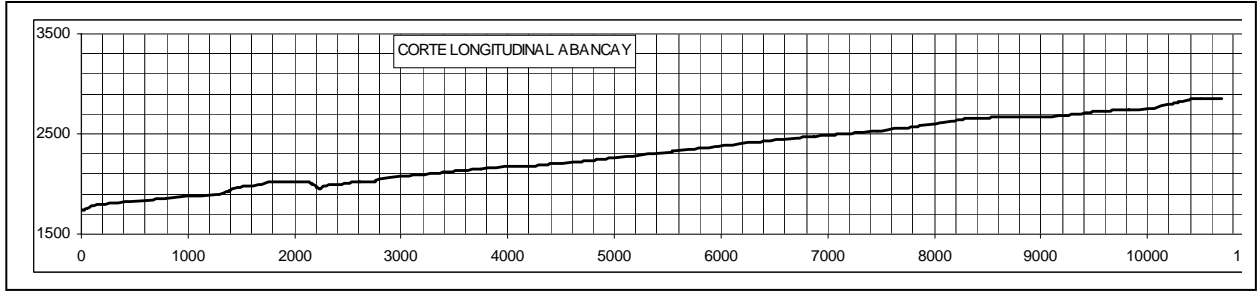


**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:

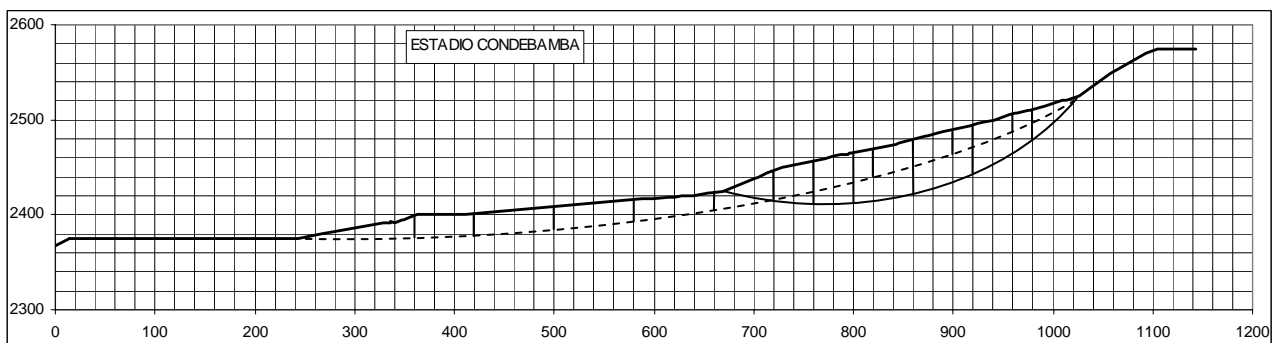
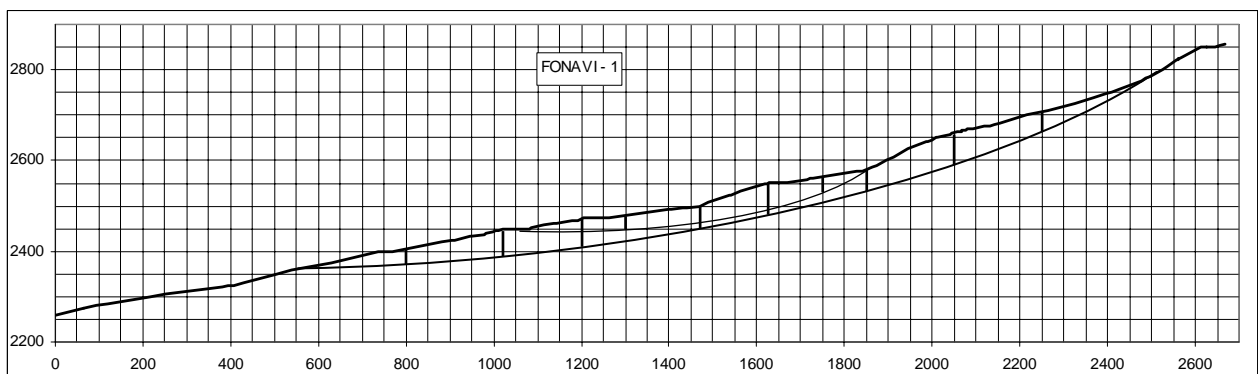
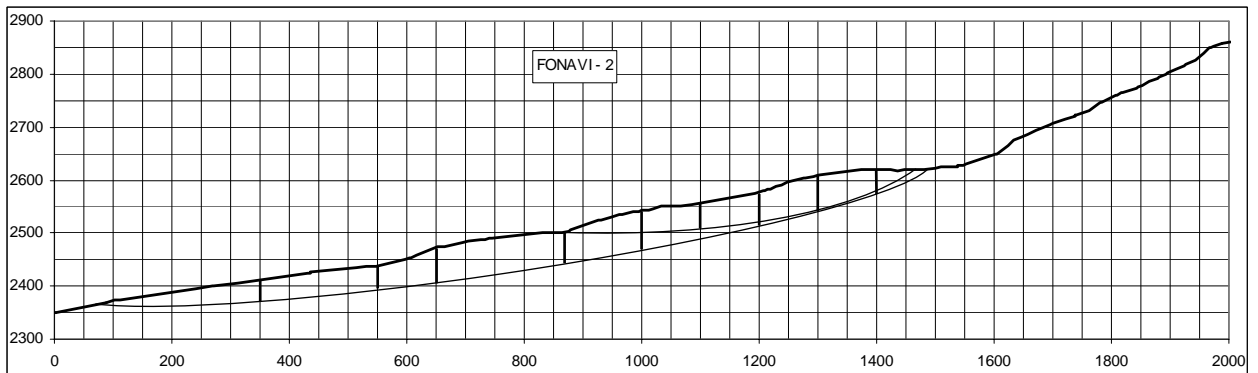
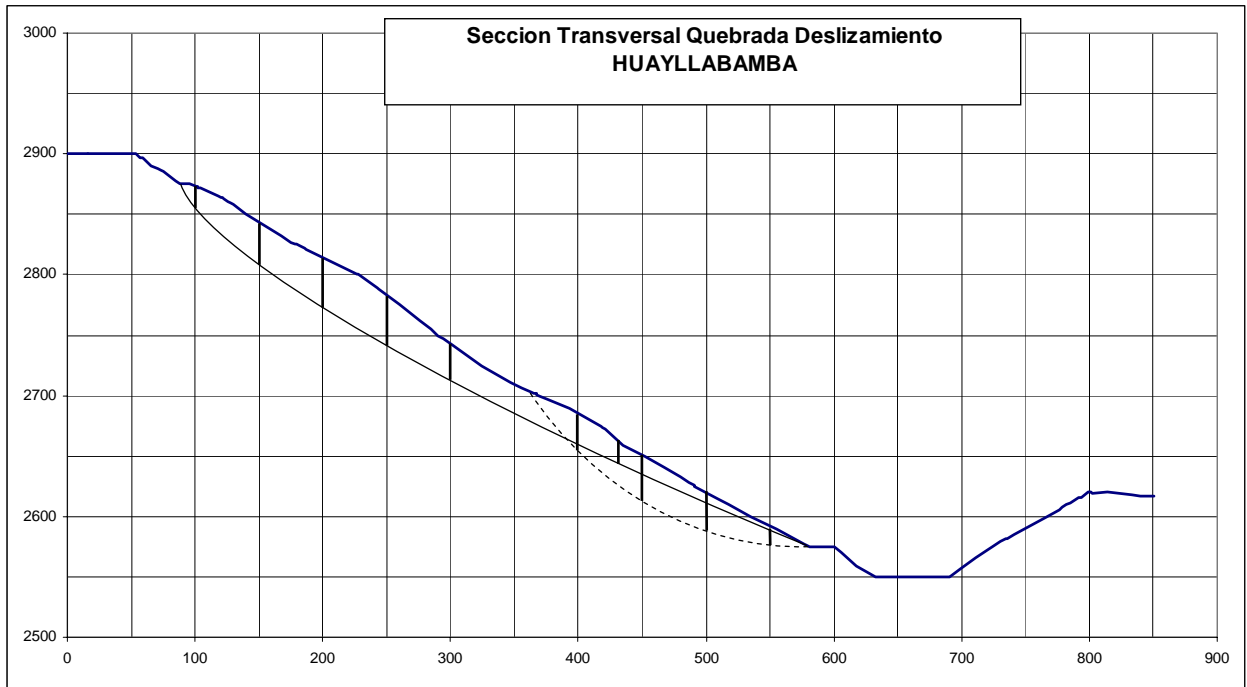


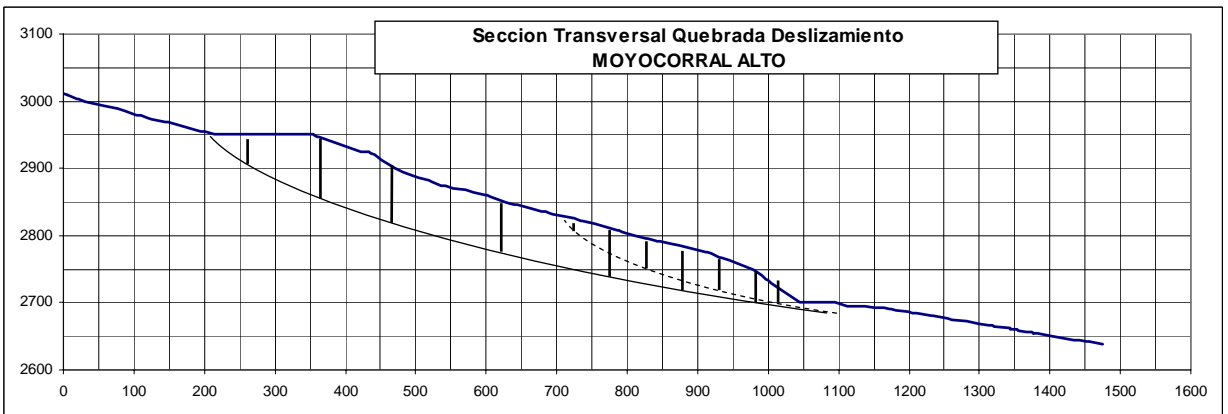
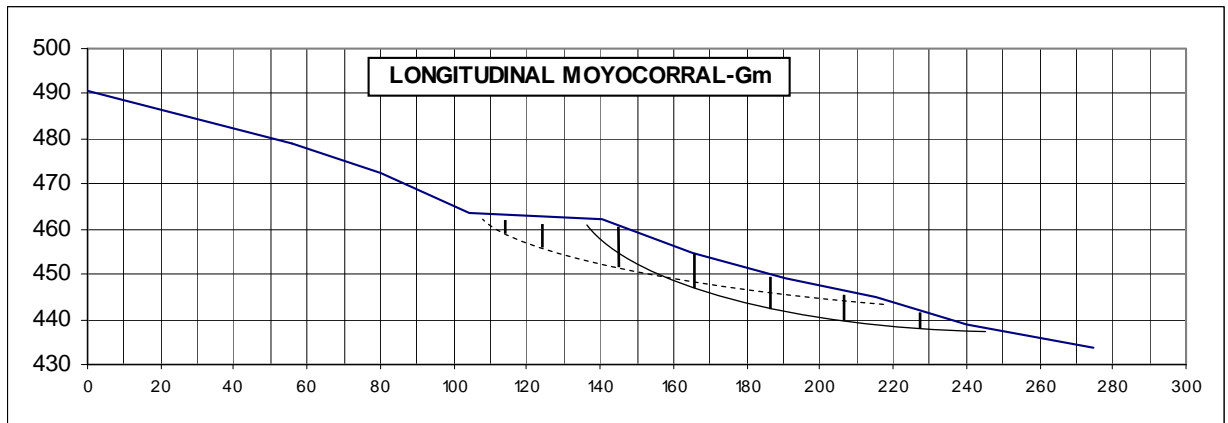
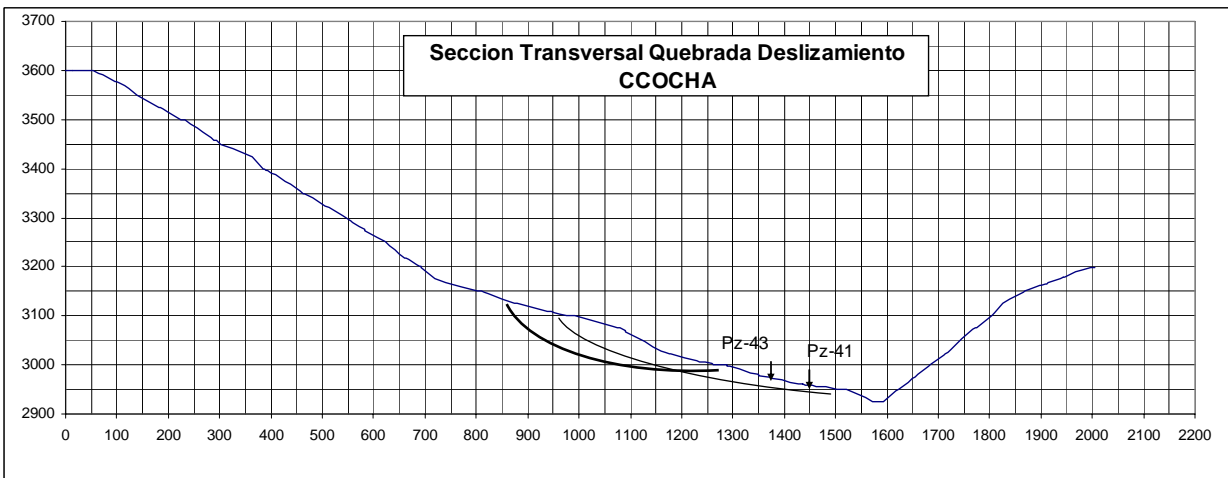
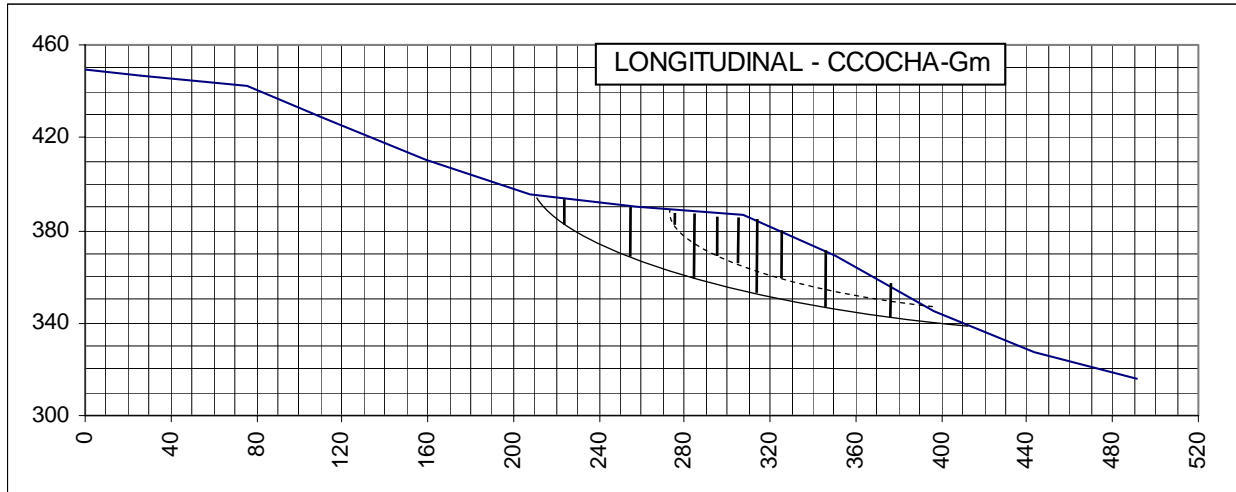
**ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY.**  
 PROYECTO INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - CIUDADES SOSTENIBLES:











**ANEXO - 04**  
**INCENDIOS**  
**FORESTALES**

## **ANEXO - PELIGRO DE INCENDIOS**

### **A4.1 ACCIONES DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES**

Fuente: La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. Ricardo Vélez y otros. McGrawHill. 2000

#### **A4.1.1 IDEAS GENERALES.**

La propagación del incendio forestal depende del contenido de humedad del combustible muerto situado sobre el suelo del monte y de la estructura de las formas de vegetación, que pueden clasificarse según un sistema de modelos de combustible. La selvicultura preventiva persigue modificar dicha estructura para dificultar la propagación del fuego mediante actuaciones lineales y actuaciones en masa que creen discontinuidades y transformen los modelos de combustible.

La prevención tratará de que no se inicie el incendio, mediante actuaciones sobre los agentes causantes de la ignición. Pero además, reconociendo la imposibilidad de evitar algunos incendios, la prevención deberá tratar de dificultar el desplazamiento del fuego sobre los combustibles mediante acciones previas que acondicionen la masa forestal para hacerla más resistente al avance del incendio.

Por lo tanto, hay que analizar qué combustible arde en un incendio forestal y como se propaga el incendio en él para buscar las fórmulas que hagan menos inflamable el combustible y que entorpezcan el avance del fuego si, a pesar de todo, se inicia.

#### **Carácter del incendio forestal**

Cualquier incendio es un proceso de combustión que se desarrolla de acuerdo con las reglas fisicoquímicas que rigen la transmisión de calor y la emisión de gases combustibles (llama).

#### **Contenido de humedad de los combustibles forestales**

La humedad del combustible vivo varía según el estado vegetativo a lo largo del año. La humedad del combustible muerto no excede del 30 por 100, siempre en equilibrio higroscópico con el aire.

#### **Inflamabilidad**

La materia vegetal es siempre combustible. Sin embargo, su inflamabilidad varía con el contenido de humedad.

Se define la inflamabilidad por el tiempo transcurrido hasta que se emiten gases inflamables bajo la acción de un foco de calor constante.

#### **Combustibilidad**

La combustibilidad se refiere a la propagación del fuego dentro de una estructura de vegetación. Es decir, no basta que se inicie un fuego sino que debe propagarse para que sea incendio.

La combustibilidad puede analizarse mediante modelos estructurales identificables visualmente en los que se puede predecir el comportamiento del fuego. Estos modelos de combustible han demostrado ser bastante fiables a la hora de realizar la predicción en las fases iniciales de los incendios.

### Otros factores estructurales

En el desarrollo del incendio influyen, además de la estructura de la vegetación, el viento y el relieve del terreno. Sin embargo, la disposición de las plantas sobre el suelo frena en mayor o menor grado el viento y favorece o perturba el movimiento del aire caliente originado por el incendio.

El viento favorece, en general, la propagación del fuego, aunque pueda frenarla si sopla hacia lo quemado. Lo mismo ocurre con el relieve: las pendientes arriba favorecen la propagación, cuesta abajo la amortiguan.

### Áreas cortafuegos

Es una superficie relativamente ancha en la que la vegetación natural, densa y muy inflamable, se modifica para conseguir otra vegetación de menor biomasa o menos inflamable, con el fin de que se detengan los fuegos de suelo que lleguen hasta ella o puedan controlarse más fácilmente, sirviendo de base para establecer líneas de defensa.



### Faja cortafuegos

Es una faja de anchura fija en la que se elimina la vegetación hasta descubrir el suelo mineral.

### Faja auxiliar de pista

Es una faja de anchura generalmente fija, a ambos lados de una carretera o pista, en la que se poda el arbolado y se roza el matorral.

### Línea de defensa

Es una faja estrecha o senda limpia de matorral que puede usarse para el movimiento por el monte y que, en caso de incendio, puede limpiarse rápidamente con herramientas manuales para apoyar un cortafuego.

### Planificación de las áreas cortafuegos

Las áreas cortafuegos deben diseñarse como parte de un plan general de defensa a medio plazo integrando todas las superficies en las que se reducen los combustibles peligrosos y que pueden servir de interrupción al avance del fuego.

La red de áreas cortafuegos unirá:

- Superficies de monte que, de acuerdo con los planes de ordenación, se van a aclarar próximamente.
- Zonas de matorral que se van a repoblar, en las cuales las plantas deben colocarse con un espaciamiento mínimo de 4m.
- Zonas recreativas y campamentos.
- Zonas edificadas y urbanizaciones.
- Áreas cultivadas.
- Pastizales.
- Pistas para aviones agrícolas, etc.

La densidad de las áreas cortafuegos es variable. La superficie protegida puede formar bloques de:

- Hasta 300 ha en zonas de Riesgo Alto o Extremo o en montes muy valiosos por razones de producción o protección.
- Hasta 1000 ha en zonas de Riesgo Moderado o Bajo en montes de valor secundario. El emplazamiento de las áreas cortafuegos no está predeterminado.

Pueden considerarse los siguientes casos:

- Áreas de cortafuegos siguiendo divisorias o vaguadas anchas para partir superficies arboladas de zonas habitadas o zonas de cultivos.
- Áreas cortafuegos a lo largo de pistas, carreteras, cursos de agua.

Las áreas cortafuegos deben ser siempre accesibles a los medios de extinción, por lo que deben iniciarse y terminar en pistas o carreteras.

### **Diseño de las áreas cortafuegos**

La anchura de las áreas cortafuegos depende de lo que se pretenda conseguir con ellas y de si conservan parte de la vegetación o se limpian hasta suelo mineral. Básicamente, el área cortafuegos sirve para detener el fuego de suelo y para basar un contrafuego. La anchura deberá permitir el trabajo de los hombres sin que sufran quemaduras por el calor radiante, así como evitar que pase el fuego al otro lado por radiación. La distancia necesaria para evitar quemaduras es el doble que la necesaria para evitar la propagación del incendio por radiación; por tanto será la que deba utilizarse.

Si el área cortafuegos conserva parte de la vegetación, debe aumentarse su anchura. De igual forma, en los lugares más peligrosos, como en los puertos donde suele haber fuertes vientos, hay que abrir más el área cortafuegos.. Es conveniente también prever ensanchamientos en los cruces de caminos y en otros puntos como refugio para el personal de extinción.

Otro método de diseño para áreas cortafuegos con una pista en su centro consiste en relacionar la anchura del área con la altura de la vegetación circundante.

#### A4.1.1.1 EFECTOS EN EL PAISAJE

Las tradicionales fajas cortafuegos rompen el paisaje y no resultan recomendables en zonas en las que el tratamiento del monte puede ser muy visible. Para evitar efectos antiestéticos, las áreas cortafuegos deben diseñarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- La forma del área debe adaptarse a la topografía.
- El área debe ir uniendo claros y espacios despejados naturales o artificiales.
- El borde del área no debe ser recto ni recortado como un seto, sino presentar irregularidades.
- El interior del área debe conservar algunos golpes de vegetación modificada para dar variedad al paisaje y proporcionar cobijo y alimento a la vida silvestre.
- Si el área está recorrida por una pista o senda, ésta no debe ir por el centro, sino hacer curvas para evitar el efecto de una línea recta cortando el paisaje.

#### Modelos de áreas cortafuegos

En zona arbolada, el modelo básico se compone de una pista, senda o carretera con una faja auxiliar a cada lado.

#### Fajas cortafuegos

Las fajas cortafuegos no deben construirse más que asociadas con reforestaciones.



Existen dos tipos:

- La faja cortafuegos según línea de máxima pendiente.
- La faja cortafuegos perimetral.

Al planificar fajas cortafuegos del primer tipo debe tenerse en cuenta:

- Sus efectos en el paisaje, generalmente negativos.
- Su elevado coste de construcción.
- Las dificultades para su conservación.

Si no es posible hacer fajas cortafuegos transitables, con pendientes menores del 20 por 100, resulta dudosa su rentabilidad.

Ambos tipos de fajas cortafuegos deben llevar fajas auxiliares a su lado en las que se haya podado y desbrozado.



#### A4.1.2 OTRAS INFRAESTRUCTURAS PREVENTIVAS

##### Pistas de acceso

Las pistas de acceso a la zona forestal están estrechamente relacionadas con las áreas cortafuegos. Su utilización en la defensa contra incendios es múltiple:

- Para la realización de vigilancia móvil con motocicletas o vehículos todo terreno y el primer ataque a los conatos de incendio.
- Para el acceso rápido de vehículos auto bomba y vehículos de brigadas y cuadrillas.
- Para hacer una línea de defensa.

### **Pistas de acceso principales**

Son carreteras de uso múltiple, que deben permitir la circulación de los vehículos en los dos sentidos. Teniendo en cuenta que, en caso de incendio, los vehículos que se crucen pueden ser camiones, su anchura será de 6 metros más las fajas desbrozadas a cada lado. Asimismo, cada 2 kilómetros debe haber un ensanchamiento para dar la vuelta.

La pendiente no debe superar el 6 por 100.

### **Pistas de acceso secundarias**

Si el relieve no permite abrir pistas principales, o si el riesgo aconseja disponer de una red densa de pistas, su anchura podrá reducirse a 4 metros, pero con ensanchamientos para el cruce cada 200 metros.

Estas pistas secundarias deben tener también ensanchamientos para dar la vuelta cada kilómetro.

Su pendiente puede llegar como máximo al 20 por 100.

### **Pistas complementarias**

En algunos lugares puede ser necesario construir acceso a determinados puntos, como un puesto de vigilancia, un punto de agua, etc. Estas pistas no tendrán más de 1 kilómetro de longitud, con una rotonda para dar la vuelta al final.

En general todas las pistas deben formar una red, es decir, saliendo de una pista y desembocando en otra. Las pistas sin salida son desaconsejables por razones de seguridad, solamente las pistas complementarias de corta longitud son admisibles.

En cuanto al emplazamiento de las pistas, se debe tener en cuenta su efecto en el paisaje. Por ello se deben asociar con las áreas cortafuegos, procurando que sean poco visibles y evitando los desmontes y terraplenes grandes.

La densidad de una red de pistas debe determinarse de modo empírico y teniendo en cuenta las limitaciones económicas y paisajísticas.

### **Puntos de agua**

Aunque el agua no es nunca muy abundante en las zonas forestales con riesgo de





incendios, su utilización en la extinción no debe descartarse, bien trasportándola desde lejos o aprovechando que pueda estar disponible en las proximidades de un incendio.

Se denominan puntos de agua todos aquellos lugares en que se la almacena para su uso posterior con medios de transporte terrestres o aéreos.

Se pueden considerar dos tipos de puntos de agua, los de uso múltiple, que también se pueden aplicar para incendios forestales, y los preparados expresamente para la extinción del fuego.

Los primeros pueden ser bien naturales o bien artificiales, en todos ellos el fin principal no es la extinción de incendios forestales, pero se pueden utilizar en determinadas condiciones.

Entre las limitaciones de uso para estos puntos puede citarse:

- Coincidencia del estiaje con la época de peligro, que reduce los caudales de los cursos naturales de agua y la profundidad de balsas y piscinas por evaporación
- Los daños que la carga de agua puede ocasionar en balsas y piscinas.
- Los usos alternativos de algunos puntos (uso recreativo, tráfico marítimo, etc.) que pueden dificultar el acceso a los medios de extinción.
- La coincidencia con épocas de cría de aves en puntos naturales, que pueden ser perturbadas por los medios aéreos al cargar.

Los puntos de agua artificiales preparados para los medios de extinción pueden ser cerrados o abiertos. Además de estos puntos fijos, existen los depósitos portátiles flexibles.

La densidad de una red de puntos de agua sólo puede determinarse de modo empírico y según las limitaciones económicas, así como la disponibilidad de agua.

Se menciona en la literatura técnica que una red densa debería tener un punto de agua de 30 metros cúbicos cada 2 kilómetros de pista o uno de 60 metros cúbicos cada 4 kilómetros.

#### **A4.1.2.1 PROTECCIÓN DE URBANIZACIONES**

Las urbanizaciones residenciales en el medio forestal son lugares en los que pueden llegar los incendios que se declaren en su entorno, con alto riesgo de víctimas.



También pueden ser origen de incendios, ya que en ellas existen acumulaciones de combustibles peligrosos y actividades con empleo del fuego.

Por ello es preciso prever la separación entre la zona urbanizada y el monte, así como el acondicionamiento de la urbanización para evitar igniciones en ella y facilitar la intervención de los medios de extinción en caso de necesidad.

## Zona aislante o de seguridad

Será un área cortafuegos constituida por una faja de 25 m de anchura sobre terreno de la urbanización entre la zona edificada y la forestal, en la que no habrá edificios y se mantendrá desbrozada. Sobre ella habrá un camino o carretera perimetral.

En la zona forestal contigua se desbrozará y se podará el arbolado hasta 3m de altura como mínimo en una faja de 25 m de anchura.

## Precauciones dentro de la urbanización

- La zona urbanizada dispondrá de dos vías de acceso y evacuación alternativas, cada una de las cuales tendrá 5 m de anchura, más arceles laterales.
- Los caminos sin salida deben evitarse y, en todo caso, tener 200 m de longitud máxima, terminando en rotonda de 30 m de diámetro para que cualquier vehículo pueda dar la vuelta.
- La pendiente del camino no excederá del 12 por 100 y las curvas de calles y caminos tendrán radio mayor de 15 m para que cualquier vehículo pueda dar la vuelta.
- Los tejados y fachadas de las casas deben ser de material resistente al fuego. Las fachadas de madera deben tener tratamiento ignífugo.
- Los edificios deben estar separados 10 m como mínimo para evitar la propagación del fuego por radiación.
- Se deben eliminar las ramas que dominen los edificios o se acerquen a menos de 3 m de una chimenea.
- Las líneas eléctricas deben ir por fajas cortafuegos de 3 m de anchura, limpias de vegetación seca.
- Deben evitarse los basureros eventuales e incontrolados.
- Alrededor de cada edificio debe haber una faja de 10 m de anchura en la que se elimine toda la vegetación inflamable.

### A4.1.2.2 PRECAUCIONES EN CAMPAMENTOS

La red viaria debe tener las mismas características que las indicadas para las urbanizaciones.

- Alrededor de puntos de concentración (hornillos, cocinas, etc.) se debe eliminar todo el material inflamable en un radio de 3 m.
- Se podan los árboles hasta 3 m de altura. En un radio de 10 m se elimina hasta un 50 por 100 del matorral y se podan las ramas secas hasta 3 m de altura.
- Si el área está en el fondo de un valle o a media ladera, debe estar protegida por una faja cortafuegos a cada lado.



### A4.1.3 PLAN DE DEFENSA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES

#### 1. Definición y cuantificación del peligro de incendios forestales.

A) El peligro en el espacio.

1.1. Mapa de riesgo de incendio.

1.2. Mapa de combustibles forestales.

### 1.3. Mapa de prioridades de defensa.

#### B) El peligro en el tiempo.

##### 1.4. Gráfico de distribución del peligro por meses del año.

##### 1.5. Gráfico de evolución del peligro en los últimos cinco años.

#### C) Características meteorológicas

##### 1.6. Informe sobre pluviometría y vientos dominantes a lo largo del año.

#### D) Características sociológicas

##### 1.7. Informe sobre las causas de incendios en los últimos cinco años.

## 2. Definición y cuantificación de las acciones de prevención.

### 2.1. Estado de la prevención en los últimos cinco años

2.2. Programa de actuación para concienciar a la población sobre el peligro de incendios y compatibilizar las actividades agrícolas y ganaderas con las forestales, ordenando el empleo del fuego.

2.3. Programa de vigilancia disuasoria.

2.4. Programa de vigilancia preventiva.

## 3. Definición y cuantificación de los medios de alerta y detección

3.1. Distribución y dotación de la red de estaciones meteorológicas y de radio.

## 4. Definición y cuantificación de los medios de extinción

4.1. Inventario de medios y análisis de eficacia de los últimos cinco años.

4.2. Programa de medios terrestres y aéreos.

4.3. Plan de movilización de medios.

## 5. Calendario de aplicación del Plan, referido a un periodo de aplicación de cuatro años

## 6. Presupuesto y financiación

## 7. Controles del Plan

### A4.1.4 DEFINICIONES

#### Terreno forestal

Según la Ley de Montes de 1957 (art. 1.º) es "la tierra en la que vegetan especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueren objeto del mismo" y que no tengan calificación de terrenos urbanos.

## Incendio forestal o incendio de monte

El incendio forestal es el fuego que se extiende sin control sobre terreno forestal, afectando a vegetación que no estaba destinada a arder. Se deduce de esta definición que el incendio forestal es un fuego de vegetación no agrícola y que no incluye la quema de rastrojos, salvo que se pase a un monte. Es esencial la falta de control para que un fuego sea considerado incendio. Por ello, no se consideran incendios las quemas de pastos o de matorral o el empleo del fuego para eliminación de residuos forestales, que no hayan causado daños a juicio del Servicio encargado de la prevención y no se hayan extendido más allá de la zona a la que sería prudente aplicar la operación citada. Sin embargo, se considerarán incendios estas quemas por el hecho de realizarse cuando están prohibidas, ya que, aunque los daños puedan ser reducidos, su peligrosidad obliga a combatirlos.



## Clasificación de las superficies incendiadas

**Superficie arbolada** Incluye las superficies recorridas por el fuego y cubiertas de árboles productores de madera, leña, resina, corcho o frutos forestales. Para que estas superficies sean consideradas arboladas el coeficiente de superficie cubierta debe ser superior al 20 por 100.

**Superficie no arbolada** Si el fuego afecta solamente a matorrales o pastos, incluyendo los situados entre los árboles sin dañar éstos, aunque las copas puedan perder hojas o algunas ramas, se considera la superficie como no arbolada y se distribuye en las clases siguientes:

- Dehesa o monte abierto: los árboles cubren menos del 20 por 100 de la superficie.
- Matorral y monte bajo: vegetación leñosa de porte arbustivo.
- Pastizales: vegetación herbácea.
- Superficie no forestal: Si el fuego forestal alcanza a zonas agrícolas o urbanizadas, se diferencia su superficie en esta clase

## Determinantes Ecológicos, Sociales y Económicos

La sociedad comienza a ver los incendios forestales como un fenómeno habitual que requiere atención desde muchos puntos de vista. A pesar de que la superficie afectada por los incendios en las últimas décadas presenta una tendencia ligeramente decreciente, no ocurre así con el número de incendios cuya tendencia es claramente creciente.

Que el problema se descontrole continuamente es motivo de asombro y escándalo para políticos, científicos, ecologistas urbanos, periodistas e incluso a veces también para los mismos forestales profesionales.

La estrategia de futuro a seguir debe contar con varios enfoques o puntos de vista que exigen cambios generalizados de mentalidad y acciones no brillantes pero continuadas. Estos enfoques pueden agruparse según sus aplicadores, por una parte políticos y por otra, forestales profesionales.

## El papel de las autoridades y la sociedad civil

El número de incendios originado por causas naturales o accidentales en los ecosistemas mediterráneos es muy reducido. El alto riesgo deriva de las prácticas de la sociedad que los aprovecha, que condiciona la mayor o menor acumulación de combustibles.

Una política agraria que contribuya a diversificar el paisaje, a evitar la continuidad de las formaciones vegetales tanto arbustivas como arbóreas, sin incentivar de modo no deseado el empleo descontrolado del fuego, es condición absolutamente esencial para que los incendios se reduzcan a su magnitud natural.

## El papel de los forestales profesionales

La protección forestal es mucho más que defensa de la propiedad y el fuego es la principal amenaza, detrás de la cual llegan las plagas, la erosión y todos los demás problemas.

No es admisible una gestión forestal en la que no se cuente con las condiciones ecológicas y socioeconómicas que producen riesgo de incendios, el perfeccionamiento en técnicas de extinción y en sistemas de coordinación seguirá sin dar resultados permanentes si los enfoques de protección no reorientan la acción forestal en campos esenciales como son la silvicultura y la ordenación, la vigilancia y la puesta de los montes al servicio de la sociedad.

### A4.1.1.5 LAS BASES DE LA PREVENCIÓN

El cambio de mentalidad que requiere la prevención pasa por reconocer:

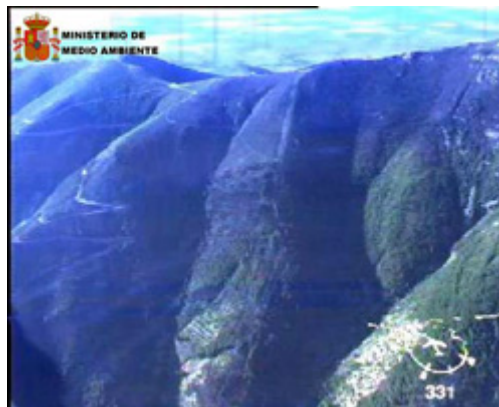
1. Que el riesgo es permanente (por las condiciones socioeconómicas) y recurrente (por las condiciones climáticas), lo que requiere una política forestal integrada.
2. La función del fuego en la evolución de la vegetación forestal, que debe fundamentar la silvicultura preventiva y la regulación del empleo del fuego en quemadas de pastos.
3. La complejidad de los trabajos de extinción en el medio forestal, que requiere conocer tanto el territorio como la dinámica del fuego en el monte.

### Trece situaciones peligrosas

1. Cuando se construye una línea de defensa cuesta abajo hacia el incendio
2. Cuando se combate el incendio por la ladera del cerro donde materia rodante puede iniciar focos secundarios cuesta abajo.
3. Cuando el viento empieza a soplar, aumenta su velocidad o cambia de dirección
4. Cuando el tiempo se vuelve más caluroso y seco
5. Cuando nos encontramos en una línea de defensa con combustibles pesados, secos, y no quemados entre nosotros y el incendio.
6. Hallarse en una posición donde la topografía o el monte dificulte el paso.



7. Estar en terreno desconocido.
8. Estar en una zona donde no conocemos los factores locales que influyen en el comportamiento del incendio.
9. Al intentar un ataque directo al fuego con el vehículo de incendios
10. Si existen frecuentes focos secundarios sobre la línea del fuego
11. Si no podemos ver el incendio principal ni tenemos comunicación con los que pueden verlo
12. Si no entiende claramente las instrucciones, su tarea o su cargo.
13. Si hay sueño o siente ganas de descansar cerca de la línea de fuego



## Diez Normas

### Normas sobre el comportamiento del fuego

1. Mantenerse informado sobre las condiciones del clima y los pronósticos.
2. Mantenerse siempre enterado del comportamiento del incendio
3. Cualquier acción contra el incendio debe ser según el comportamiento actual y futuro de éste.



### Normas sobre seguridad

4. Mantener y dar a conocer rutas de escape para todo el personal
5. Mantener un puesto de observación cuando exista la posibilidad de peligro
6. Mantenerse alerta y con calma, pensar claramente y actuar con decisión

### Normas sobre el control de operaciones

7. Mantener la comunicación con el personal, jefes y fuerzas adjuntas
8. Dar instrucciones claras y asegurarse que todo el personal las entiende
9. Mantener el control del personal en todo momento



### Norma general

10. Combatir el incendio manteniendo la seguridad como la primera consideración

## A4.1.6 LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS AL FUEGO

Estacionalidad.

Establecimiento y condiciones climáticas post-incendio.

Intervalo de recurrencia.  
Tamaño del fuego.  
Gravedad del fuego.

## Estacionalidad

### Supervivencia y crecimiento

La sensibilidad de las plantas rebrotadoras al fuego varía según el momento del año en el que se produzca el incendio y según el tamaño de la planta, aunque no todas las especies pueden comportarse de la misma manera. En estudios con quemas experimentales sobre jaral-brezal en Quintos de Mora (Toledo), se vio que las plantas de mayor tamaño fueron poco sensibles al fuego y no se vieron afectadas por el momento del año en el que fueron quemadas. Sin embargo, las plantas más pequeñas no sólo sufrieron una mayor mortalidad, sino que fueron muy sensibles al momento del año en que se realizaron los incendios.

### Rebrote, condiciones ambientales y estado fisiológico de las plantas

La estacionalidad afecta a la respuesta por rebrote de las plantas, habiéndose demostrado que las plantas quemadas en primavera rebrotan más prontamente que las quemadas en otoño.

El estado hídrico de la planta puede ser un importante factor a la hora de determinar su respuesta al fuego, en este caso, el vigor de su regeneración por rebrote en aquellas plantas que lo sobrevivan. Sin embargo, todo parece indicar que algunas plantas mediterráneas, rebrotadoras vigorosas tras el fuego, difícilmente estarían limitadas en su capacidad de rebrotar como consecuencia de las variaciones estacionales en el nivel de reservas de carbohidratos que almacenan.



### Fenología y respuesta de las plantas semilladoras

La regeneración por medio de semillas también puede ser afectada por el momento del año en el que se produce el incendio.

La coexistencia de especies con diferentes fenologías debe tenerse en cuenta a la hora de analizar los efectos de un incendio.

La regeneración de la vegetación tras un incendio puede ser afectada de modo indirecto por el momento del año en el que ocurra el incendio al variar las condiciones ambientales predominantes en los meses posteriores al incendio. Por una parte, porque cuanto mayor sea el tiempo transcurrido desde el momento en que ocurre el incendio hasta que las condiciones ambientales sean apropiadas para la germinación, mayor será el riesgo de que las semillas



presentes en el suelo sean depredadas. Por otra parte, pueden producirse pérdidas de semillas con la escorrentía, sobre todo como consecuencia de las lluvias fuertes de verano

## **Establecimiento y condiciones climáticas post-incendio**

### **Tiempo de germinación y supervivencia**

El tiempo transcurrido desde el momento del nacimiento de la plántula hasta la llegada de las condiciones de sequía (o cualquier otro estrés ambiental) puede ser un factor crítico en determinar su probabilidad de supervivencia, en el sentido de que haya tenido suficiente tiempo para desarrollar su capacidad de superar las condiciones desfavorables. Por tanto, cabe esperar que la supervivencia de las plantas que germinan a principios de otoño será mayor que las que lo hagan en la primavera siguientes a un incendio. Pero no todas las especies son igualmente sensibles a este efecto.

Además, otros factores pueden ser responsables de la alta mortalidad de plántulas en los primeros estadios del establecimiento, incluyendo variaciones en la humedad del suelo en determinadas épocas del año. También la oportunidad de germinar en el primer año puede ser decisiva para las probabilidades de éxito de una especie.

### **Regeneración, diversidad y condiciones climáticas**

La regeneración de los ecosistemas ante situaciones límite, como puede ser la ocurrencia de un gran incendio seguido de un evento climático extremo, puede variar dependiendo de la composición específica de la vegetación, es decir, dependiendo de si la mayoría de sus especies son semilladoras o rebrotadoras.



Sin embargo, la riqueza en especies es menos sensible a las condiciones adversas.

### **Intervalo de recurrencia**

El tiempo transcurrido hasta que un nuevo incendio ocurra puede tener una gran importancia en la capacidad de la vegetación para volver a regenerarse. La resiliencia es la capacidad del ecosistema para recobrar las condiciones existentes antes del fuego. Así, un ecosistema con baja resiliencia será aquel que tenga dificultad en recuperar la situación preincendio y, por tanto, será altamente sensible a un nuevo fuego en un corto intervalo de tiempo.



Las plantas en estadio juvenil de las especies rebrotadoras que se establecen después de un fuego necesitan bastante tiempo para que el órgano de supervivencia se sitúe a una profundidad suficiente que le permita sobrevivir al fuego.



La capacidad de responder a un nuevo incendio en un plazo de uno o dos años por parte de una planta que haya rebrotado puede estar limitada, antes de que los contenidos de carbohidratos recuperen un cierto valor. La duración de este tiempo crítico parece ser de 2-3 años. Además, las plantas que rebrotan también podrían tener limitada su capacidad de volver a rebrotar durante un cierto tiempo debido a la falta de yemas regenerativas disponibles en sus órganos rebrotadores.

### **Tamaño del fuego**

La regeneración de la vegetación tras un fuego será afectada por el tamaño del incendio en comunidades en las que el restablecimiento de las plantas dependa de la dispersión de semillas a partir de áreas que hayan permanecido no quemadas. Así, un incremento de la distancia a la que se encuentren las zonas no quemadas circundantes limitaría la llegada de las semillas.

En principio, los ecosistemas mediterráneos serían poco sensibles a este efecto ya que la regeneración en ellos se hace a partir de semillas de bancos establecidos previamente en el suelo o a partir de rebrotes. Sin embargo, sí serían sensibles las formaciones de coníferas con nula o escasa cobertura de plantas leñosas en el sotobosque.

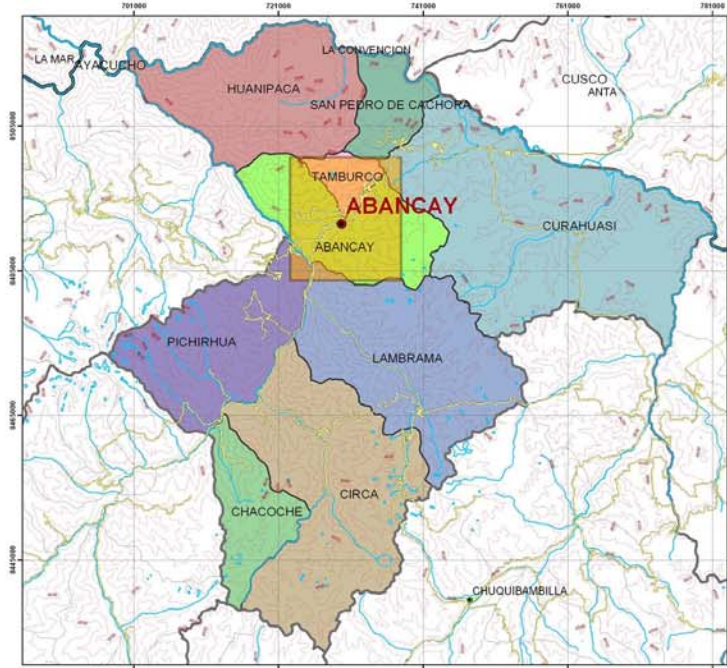
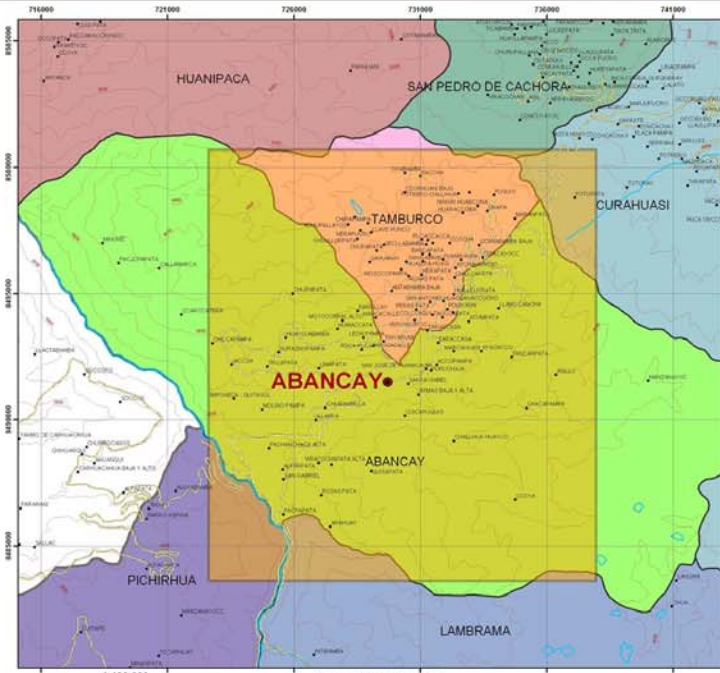
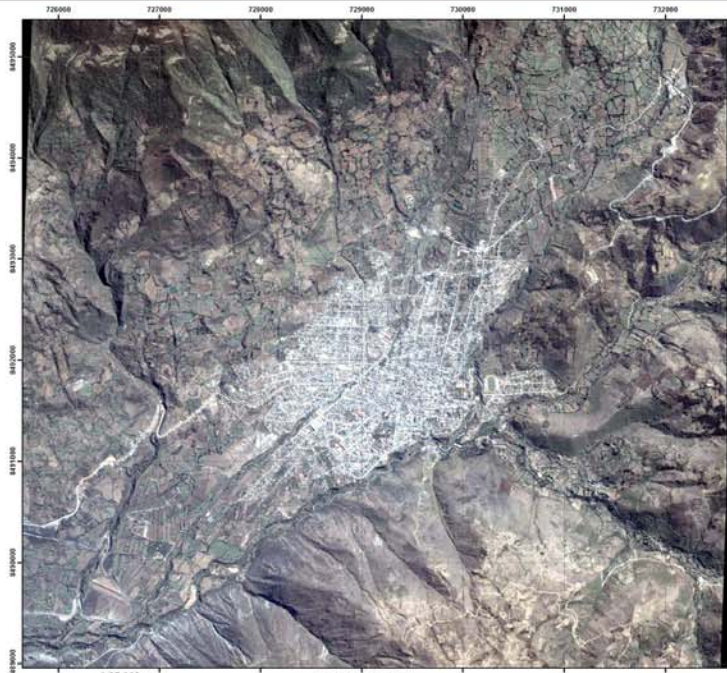
### **Gravedad del fuego**

La gravedad del fuego es una medida relativa de los daños provocados por el incendio, que normalmente se valora en función de algún indicador de la cantidad de calor liberada durante el paso del fuego. Cuanto mayor sea la cantidad de combustible vegetal acumulado y menor el contenido en humedad de los distintos componentes del ecosistema, mayor será la gravedad alcanzada por un incendio. Si el incendio alcanza una gravedad extrema, la regeneración de la vegetación puede verse comprometida y los efectos nocivos en el suelo (pérdida de nutrientes, erosión) incrementarse notablemente.

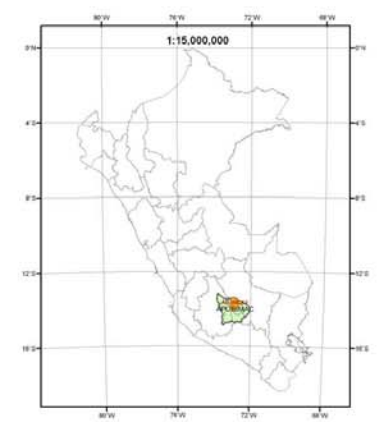
Cabe esperar que los valores máximos de germinación de las semillas tras un fuego se observen en incendios de gravedad intermedia, con temperaturas suficientemente altas para que se produzca la estimulación de la mayor parte del banco de semillas, pero no tanto para que resulten letales.

Variaciones en la gravedad del incendio pueden tener como consecuencia el que sean diferentes especies las que se vean favorecidas en su capacidad de regeneración, según se alcancen las condiciones óptimas para la germinación de sus semillas, determinando, por tanto, variaciones en la composición de la vegetación resultante del fuego.

En cuanto a las plantas rebrotadoras está claramente demostrado que al aumentar la gravedad del fuego, mayor es la mortalidad de las plantas y de yemas regenerativas, y mayor es el tamaño mínimo de las que sobreviven.



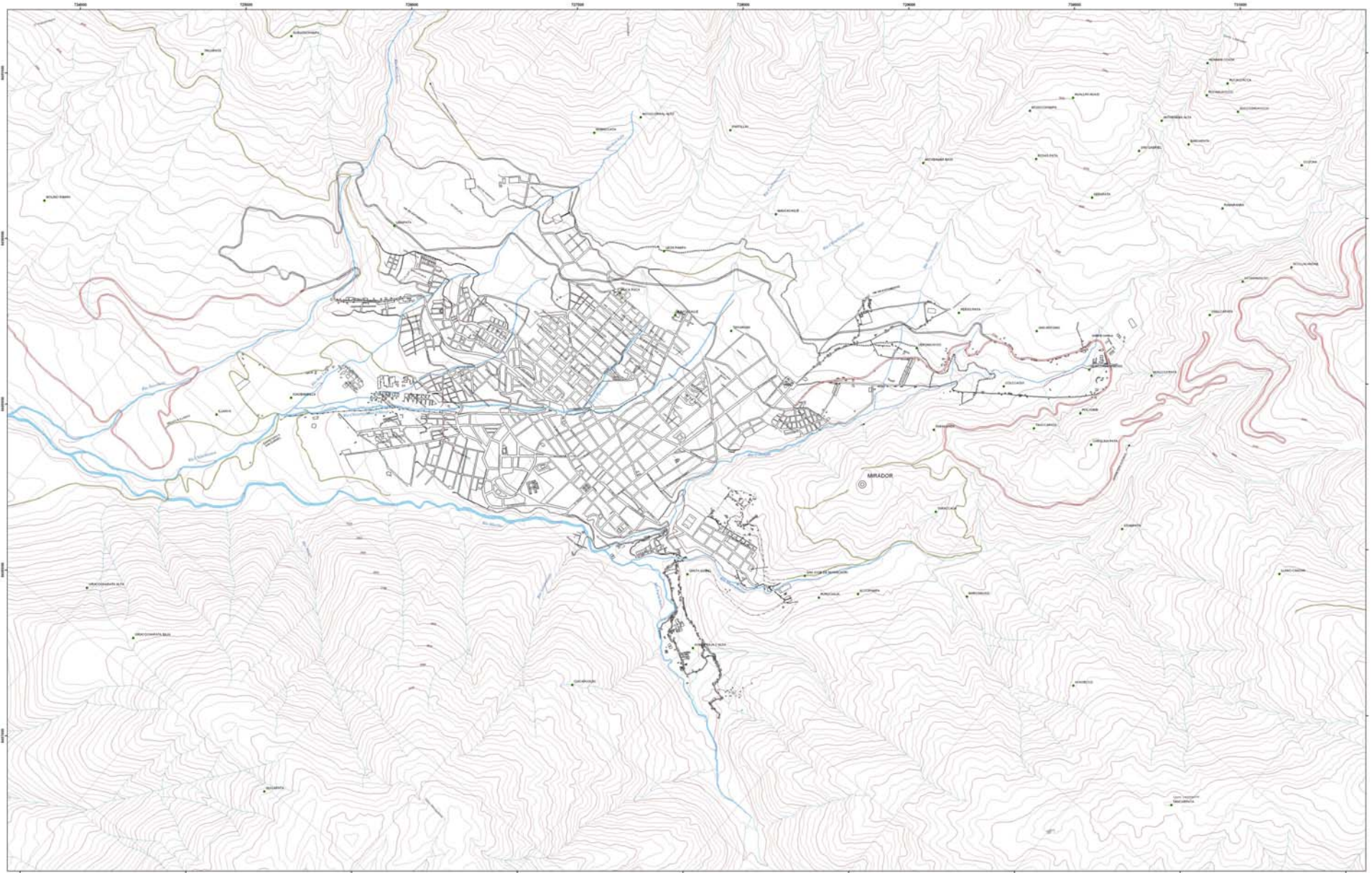
- LEYENDA GENERAL**
- CAPITAL\_DEPARTAMENTAL
  - CAPITAL\_PROVINCIAL
  - POBLADOS
  - CARRETERAS
  - RIOS\_PRINCIPALES
  - CURVAS\_DE\_NIVEL\_C-500\_m
  - ZONA DE ESTUDIO



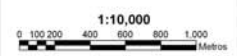
**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
INDECI**

PROYECTO  
INDECI-PNUD PER 02/051 CIUDADES SOSTENIBLES  
ESTUDIO  
MAPA DE PELIGROS DE LAS CIUDADES DE ABANCAY  
CIUDAD  
**ABANCAY**  
MAPAS  
**UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO**  
UBICACION  
DPTO.: APURIMAC - PROV.: ABANCAY  
DIST.: ABANCAY  
DATUM  
WGS84 UTM ZONA 18S

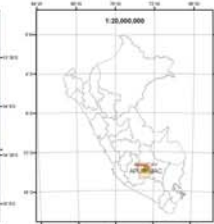
	ESCALA INDICADAS	FECHA ABRIL DEL 2007	MAPA NRO. <b>01</b>
	COORDINADOR ING. CARLOS FERNANDEZ BACA	CONSULTOR CAD SIG ING. HECTOR ACURIO CRUZ	



INFORMACION FUENTE  
 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - INDECI  
 MAPA DISTRIBUCION DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE ABANCAY  
 PLANOS: PLANOS DE DISTRIBUCION DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE ABANCAY  
 PLANOS: PLANOS DE DISTRIBUCION DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE ABANCAY

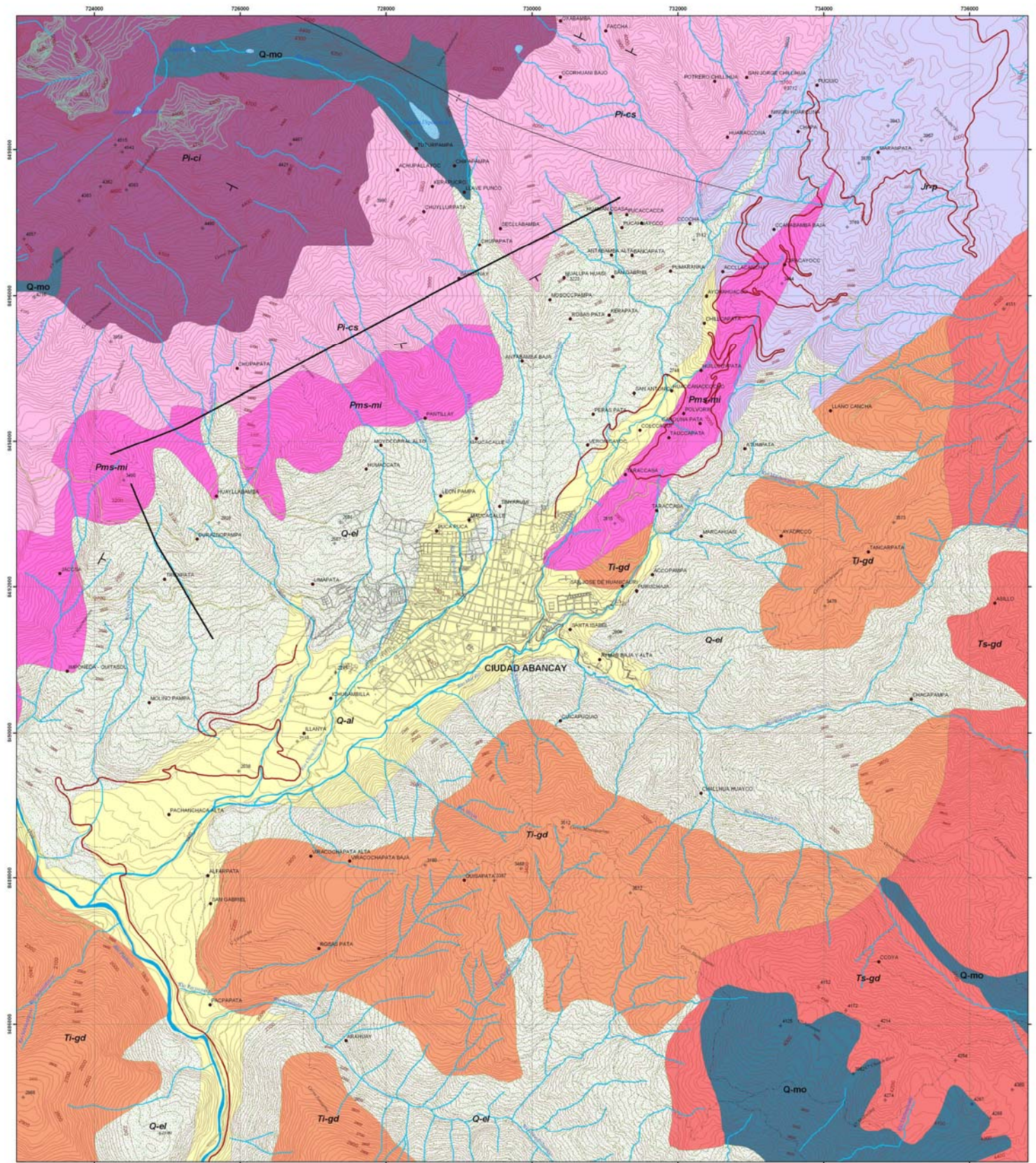


- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - PUNTO DE CONTROL
  - CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
  - CARRETERA ACTUAL
  - VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
  - CAMINOS
  - CANAL DE RIEGO MARINO
  - MANIZANA ZONA CENTRAL
  - CURVAS DE NIVEL C-100 m
  - CURVAS DE NIVEL C-25 m
  - 40 m
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO MARÍO
  - RIO PACHACHACA
  - LAGUNA



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECI**  
 INDECI-PMID PER 02/05 CIUDADES SOSTENIBLES  
 ESTUDIO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**  
 CIUDAD DE **ABANCAY**  
 MAPA **BASE**  
 REGION **AREQUIPA**  
 DPTO. **APURÍMAC** - PROV. **ABANCAY**,  
 DIST. **ABANCAY**.  
 DATOS  
 WGS84 UTM ZONA 18E

ESCALA 1:10,000	FECHA ABRIL DEL 2007	MAPA NÚM. 02
COORDINADOR ING. CARLOS PERAZICH	ELABORADO POR ING. CARLOS PERAZICH	



INFORMACION FUENTE:  
 MAPA DIGITALIZADA CUADRO 261 A ESCALA 1:100,000 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL  
 MAPAS DIGITALIZADOS A ESCALA 1:250,000 PROYECTO ESPECIAL DE TITULACION DE TERRAS  
 261-A-1-50 261-A-1-40  
 261-A-1-30 261-A-1-20  
 FUENTE: CARTASERIE ABANCAY DE LA CIUDAD ABANCAY (MUNICIPALIDAD DE ABANCAY)  
 FOTOGRAFIA AEREA COLOR (AEROFOTO) AÑO DE 1958 (ABANCAY) AEROFOTOGRAFIA DE ABANCAY  
 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL Y METALURGICO (INMINT)

1:25,000



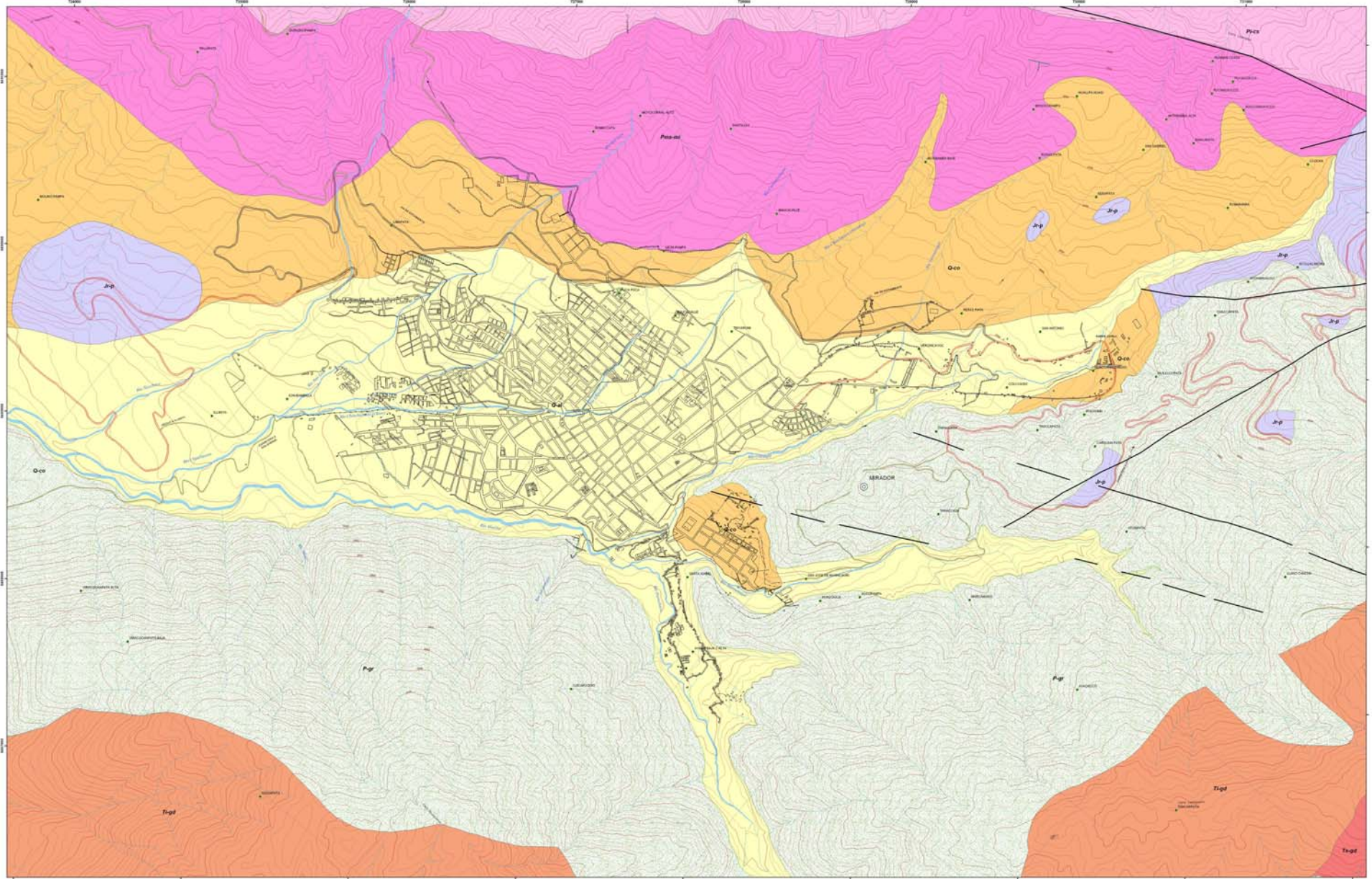
MAPA TEMATICO	
—	FALLA
—	R-AL ANTICLINAL
—	RUMBO Y BUZAMIENTO
Q-al	CUATERNARIO ALUVIAL
Q-el	CUATERNARIO ELUVIAL
Q-mo	CUATERNARIO MORRIBENICO
Ti-gd	GRANODIORITA TI-GD
Ts-gd	GRANODIORITA TS-GD
Pi-cs	GRUPO COPACABANA SUPERIOR
Pi-ci	GRUPO COPACABANA INFERIOR
Jr-p	GRUPO PUCARA
Pms-mi	GRUPO MITU

MAPA BASE	
●	POBLADOS
+	PUNTO DE CONTROL
—	CAMINO PEATONAL
—	CURVAS DE NIVEL C-100 m
—	CURVAS DE NIVEL C-50 m
—	CURVAS DE NIVEL C-25 m
—	CARRERA PANAMERICANA
—	CARRERA
—	MARCANA_ZONA_CENTRAL
—	NEVAO
—	RIOS SECUNDARIOS
—	RIOS PRINCIPALES
—	RIO PACHACHACA
—	RIO SAMAYO
—	LAGUNA



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECI**  
 PROYECTO  
**INDECI-PNUD PER 02/051 CIUDADES SOSTENIBLES**  
 ESTUDIO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**  
 CIUDAD  
**ABANCAY**  
 MAPA  
**GEOLOGICO REGIONAL**  
 UBICACION:  
 DPTO.: APURIMAC. PROV.: ABANCAY. DIST.: ABANCAY.  
 DATUM  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:25,000	FECHA: ABRIL DEL 2007	MAPA NRO.:
CONULTOR GEOLOGIA: ING. RUFERTO BENAVENTE VELASQUEZ	CONULTOR CAD-IGS: ING. HECTOR ALCORIO CRUZ	<b>03</b>

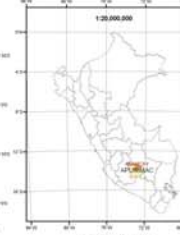


**INFORMACION FUENTE**  
 DATOS TOPOGRAFICOS: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN) - SERVICIO NACIONAL DE GEOMATICA Y CARTOGRAFIA (SNGC)  
 DATOS GEOLÓGICOS: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) - INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGICO LOCAL (INGEL)  
 DATOS DE CLIMA: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA Y SISMOLOGÍA (INMETSIS)  
 DATOS DE SUELO: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) - INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGICO LOCAL (INGEL)  
 DATOS DE VEGETACIÓN: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) - INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGICO LOCAL (INGEL)  
 DATOS DE USO DEL SUELO: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) - INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGICO LOCAL (INGEL)

**1:10,000**  
 0 100 200 400 600 800 1,000 Metros

MAPA BASE	
	MIRADOR
	POBLADOS
	PUNTO_DE_CONTROL
	CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
	CARRETERA ACTUAL
	VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
	CAMINOS
	CANAL DE RIEGO MARIÑO
	MANZANA ZONA CENTRAL
	CURVAS DE NIVEL C-100 m
	CURVAS DE NIVEL C-25 m
	NEVADO
	RIOS SECUNDARIOS
	RIO PACHACHACA
	RIOS PRINCIPALES
	RIO MARIÑO
	LAGUNA
	RUMBO_Y_BUZAMIENTO

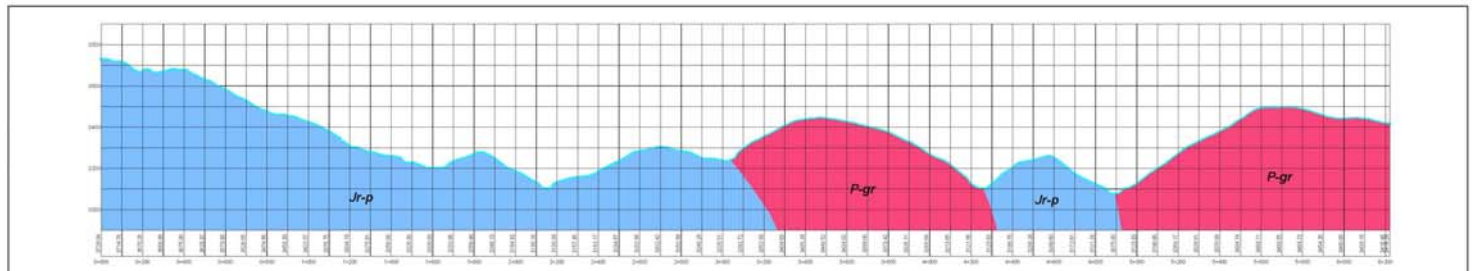
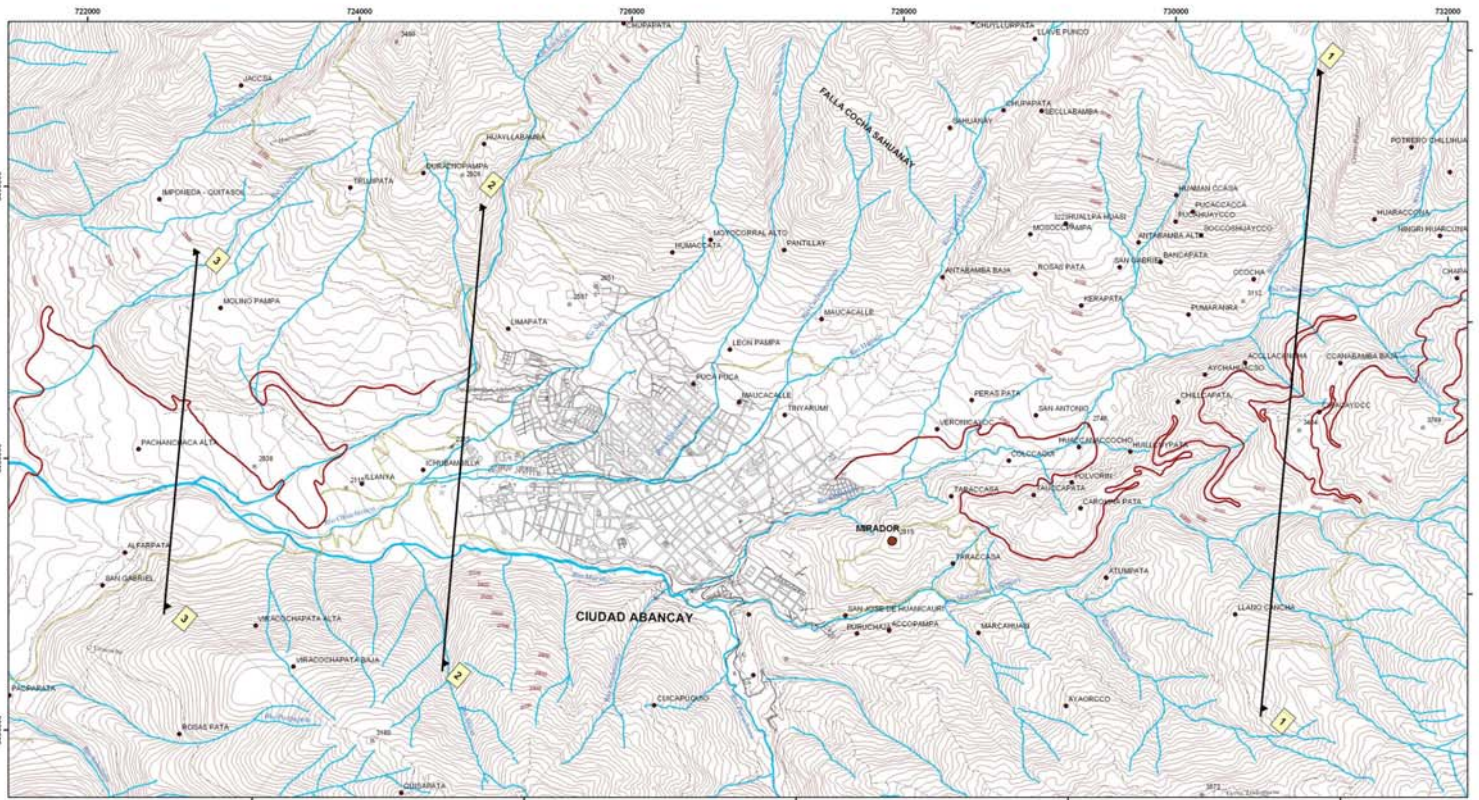
MAPA TEMATICO	
	RUMBO Y BUZAMIENTO
	FALLA
	EJE ANTICLINAL
	DEPOSITOS COLUVIALES
	DEPOSITOS ALUVIALES
	GRANODIORITA T1-02
	GRANODIORITA T1-03
	GRUPO CONCHABAMBA SUPERIOR
	GRUPO PUCARA
	GRUPO MTU
	INTRUSIVOS



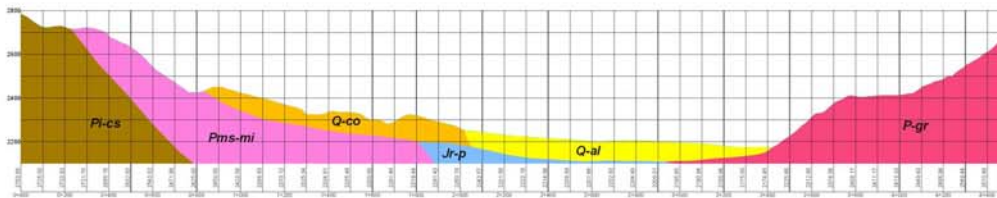
**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECI**  
 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 INDECI-PIUD PER ODS Y CIUDADES SOSTENIBLES  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 JUNDO ABANCAY  
 GEOLÓGICO LOCAL  
 DPTO.: APURIMAC, PROV.: ABANCAY, DIST.: ABANCAY.  
 VIGENCIA UTM ZONA 18S

FECHA: 18/08/2022  
 ESCALA: 1:10,000  
 AUTOR: INMETSIS  
 COORDINADOR: INMETSIS  
 ELABORADO POR: INMETSIS

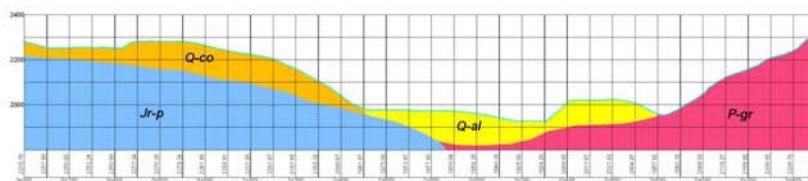
**04**



SECCION 1-1



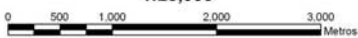
SECCION 2-2



SECCION 3-3

INFORMACION FUENTE:  
 MAPA DIGITALIZADO CUANDO SEVA A ESCALA 1:500 000 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL-IGM  
 MAPAS DIGITALIZADOS A ESCALA 1:25000 - PROYECTO REGIONAL DE TITULACION DE TIERRAS-RETT  
 (SE-10-100) (SE-10-100)  
 (SE-10-100) (SE-10-100)  
 PLANO ENTORNO URBANO DE LA CIUDAD ABANCAY ANEXOS DEL MUNICIPIO DE ABANCAY  
 FOTOGRAFIA AEREA COORDINADO POR EL COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA PERUANA DE ABANCAY

1:25,000



- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - PUNTO DE CONTROL
  - CAMBIO GEODINAMICO
  - CURVAS DE NIVEL 0-100 m
  - CURVAS DE NIVEL 0-50 m
  - CURVAS DE NIVEL 0-25 m
  - CARRETERA PANAMERICANA
  - MANOJANA\_ZONA\_CENTRAL
  - NEVADO
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO PACHACHACA
  - RIO ISMIRIO
  - LAGUNA

- MAPA TEMATICO**
- Q-al DEPOSITOS ALUVIALES
  - Q-co DEPOSITOS COLUVIALES
  - Pms-mi GRUPO COPACABANA SUPERIOR
  - Pms-gr GRUPO MITU
  - Jr-p GRUPO PUCARA
  - P-gr INTRUSIVOS



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**

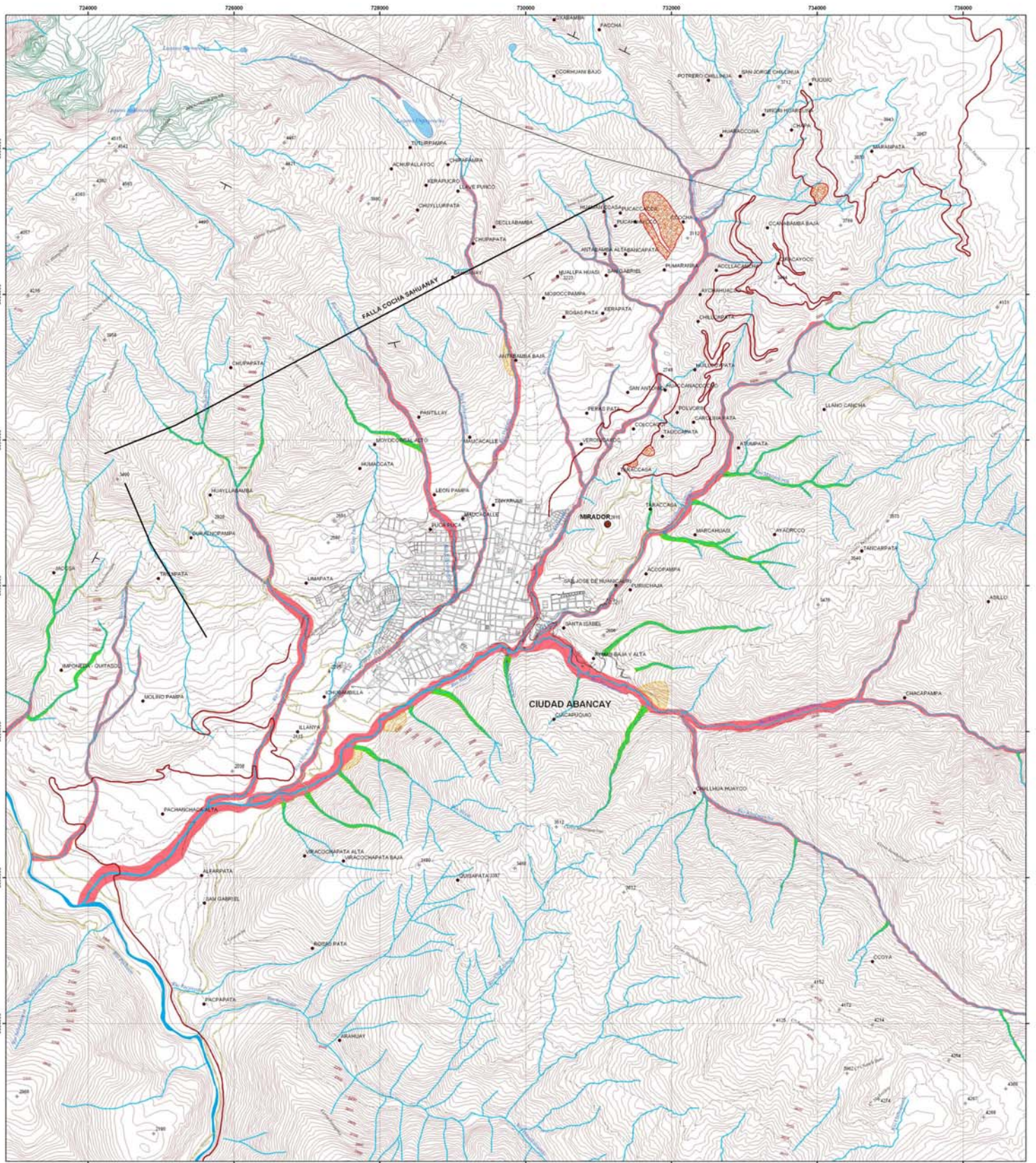
PROYECTO INDECI-PNUD PER 02/051 CIUDADES SOSTENIBLES  
 ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY

CIUDAD **ABANCAY**

MAPA **SECCIONES TRANSVERSALES**

UBICACION  
 DPTO.: APURIMAC, PROV.: ABANCAY, DIST.: ABANCAY, DATUM WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:25,000	FECHA: ABRIL DEL 2007	MAPA NRO. 05
CONSULTOR GEOLOGICO: ING. RUFERTO BENAVENTE VELASQUEZ	CONSULTOR CAD-408: ING. HECTOR ACURIO CRUZ	

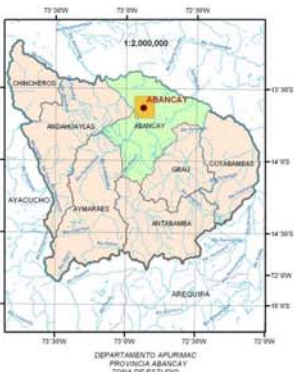
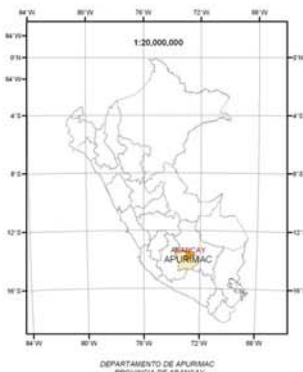


**INFORMACION FUENTE:**  
 MAPA TOPOGRAFICO A UNO (2004) ESCALA 1:50,000 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL IIGI  
 MAPA DISTRIBUCION AEREA (1988) INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL IIGI  
 26° 00' 00" S 76° 00' 00" W  
 26° 00' 00" S 76° 00' 00" W  
 26° 00' 00" S 76° 00' 00" W  
 PLANOS CARTOGRAFICOS DE LA CIUDAD ABANCAY (MUNICIPALIDAD DE ABANCAY)  
 FOTOGRAFIA AEREA COLOMBIANA DEL SIGLO XX (MUNICIPALIDAD DE ABANCAY)

**1:25,000**



- |   |   |
|---|---|
| <p><b>MAPA BASE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MIRADOR</li> <li>POBLADOS</li> <li>PUNTO DE CONTROL</li> <li>CAMINO PEATONAL</li> <li>CURVAS DE NIVEL 0-100m</li> <li>CURVAS DE NIVEL 0-50m</li> <li>CURVAS DE NIVEL 0-20m</li> <li>CARRETERA PANAMERICANA</li> <li>CARRETERA</li> <li>MANZANA_ZONA_CENTRAL</li> <li>RIOS SECUNDARIOS</li> <li>RIOS PRINCIPALES</li> <li>RIO PACHACHACA</li> <li>RIO MARIÑO</li> <li>LAGUNA</li> </ul> | <p><b>MAPA TEMATICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EJE_ANTICLINAL</li> <li>RUMBO_Y_BUDAMIENTO</li> <li>FALLA</li> <li>ZONA_DE_EROSION</li> <li>DESCUADRAMIENTO</li> <li>DESMORSE</li> <li>DEBILIDAD</li> <li>CARRETERA</li> </ul> |
|---|---|



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**

PROYECTO  
**INDECI-PNUD PER 02/051 CIUDADES SOSTENIBLES**

ESTUDIO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**

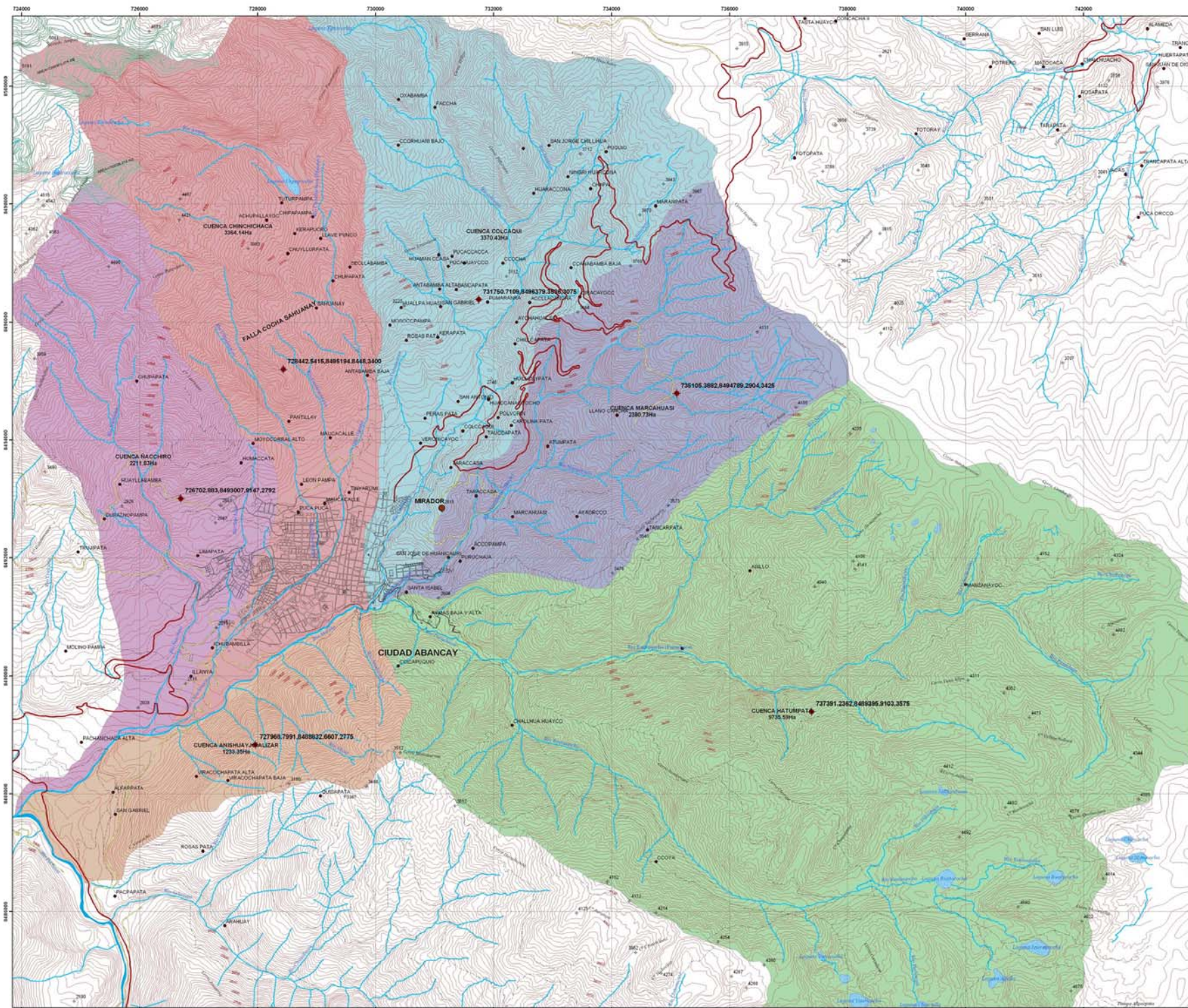
CIUDAD  
**ABANCAY**

MAPA  
**PELIGROS GEOLOGICOS (GEODINAMICO)**

UBICACION  
 DPTO.: APURIMAC. PROV.: ABANCAY.  
 DIST.: ABANCAY.

DATUM  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:25,000	FECHA: ABRIL DEL 2007	MAPA NRO. <b>06</b>
CONSULTOR GEOLOGIA ING. RUBEN TORO BENAVENTE VELASQUEZ	CONSULTOR CAD-GIS ING. HECTOR ACURIO CRUZ	



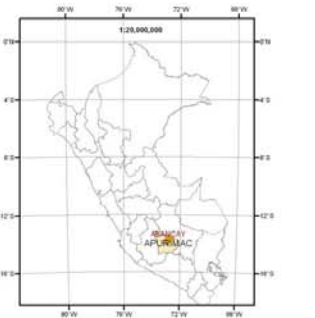
**MAPA BASE**

- ANFOCOR
- PUNTO DE CONTROL
- PUNTO DE ENTRENAMIENTO
- CURVAS DE NIVEL: 0-50M
- CURVAS DE NIVEL: 50-100M
- CURVAS DE NIVEL: 100-200M
- CURVAS DE NIVEL: 200-300M
- CURVAS DE NIVEL: 300-400M
- CURVAS DE NIVEL: 400-500M
- CURVAS DE NIVEL: 500-600M
- CURVAS DE NIVEL: 600-700M
- CURVAS DE NIVEL: 700-800M
- CURVAS DE NIVEL: 800-900M
- CURVAS DE NIVEL: 900-1000M
- CURVAS DE NIVEL: 1000-1100M
- CURVAS DE NIVEL: 1100-1200M
- CURVAS DE NIVEL: 1200-1300M
- CURVAS DE NIVEL: 1300-1400M
- CURVAS DE NIVEL: 1400-1500M
- CURVAS DE NIVEL: 1500-1600M
- CURVAS DE NIVEL: 1600-1700M
- CURVAS DE NIVEL: 1700-1800M
- CURVAS DE NIVEL: 1800-1900M
- CURVAS DE NIVEL: 1900-2000M
- CURVAS DE NIVEL: 2000-2100M
- CURVAS DE NIVEL: 2100-2200M
- CURVAS DE NIVEL: 2200-2300M
- CURVAS DE NIVEL: 2300-2400M
- CURVAS DE NIVEL: 2400-2500M
- CURVAS DE NIVEL: 2500-2600M
- CURVAS DE NIVEL: 2600-2700M
- CURVAS DE NIVEL: 2700-2800M
- CURVAS DE NIVEL: 2800-2900M
- CURVAS DE NIVEL: 2900-3000M
- CURVAS DE NIVEL: 3000-3100M
- CURVAS DE NIVEL: 3100-3200M
- CURVAS DE NIVEL: 3200-3300M
- CURVAS DE NIVEL: 3300-3400M
- CURVAS DE NIVEL: 3400-3500M
- CURVAS DE NIVEL: 3500-3600M
- CURVAS DE NIVEL: 3600-3700M
- CURVAS DE NIVEL: 3700-3800M
- CURVAS DE NIVEL: 3800-3900M
- CURVAS DE NIVEL: 3900-4000M
- CURVAS DE NIVEL: 4000-4100M
- CURVAS DE NIVEL: 4100-4200M
- CURVAS DE NIVEL: 4200-4300M
- CURVAS DE NIVEL: 4300-4400M
- CURVAS DE NIVEL: 4400-4500M
- CURVAS DE NIVEL: 4500-4600M
- CURVAS DE NIVEL: 4600-4700M
- CURVAS DE NIVEL: 4700-4800M
- CURVAS DE NIVEL: 4800-4900M
- CURVAS DE NIVEL: 4900-5000M
- CURVAS DE NIVEL: 5000-5100M
- CURVAS DE NIVEL: 5100-5200M
- CURVAS DE NIVEL: 5200-5300M
- CURVAS DE NIVEL: 5300-5400M
- CURVAS DE NIVEL: 5400-5500M
- CURVAS DE NIVEL: 5500-5600M
- CURVAS DE NIVEL: 5600-5700M
- CURVAS DE NIVEL: 5700-5800M
- CURVAS DE NIVEL: 5800-5900M
- CURVAS DE NIVEL: 5900-6000M
- CURVAS DE NIVEL: 6000-6100M
- CURVAS DE NIVEL: 6100-6200M
- CURVAS DE NIVEL: 6200-6300M
- CURVAS DE NIVEL: 6300-6400M
- CURVAS DE NIVEL: 6400-6500M
- CURVAS DE NIVEL: 6500-6600M
- CURVAS DE NIVEL: 6600-6700M
- CURVAS DE NIVEL: 6700-6800M
- CURVAS DE NIVEL: 6800-6900M
- CURVAS DE NIVEL: 6900-7000M
- CURVAS DE NIVEL: 7000-7100M
- CURVAS DE NIVEL: 7100-7200M
- CURVAS DE NIVEL: 7200-7300M
- CURVAS DE NIVEL: 7300-7400M
- CURVAS DE NIVEL: 7400-7500M
- CURVAS DE NIVEL: 7500-7600M
- CURVAS DE NIVEL: 7600-7700M
- CURVAS DE NIVEL: 7700-7800M
- CURVAS DE NIVEL: 7800-7900M
- CURVAS DE NIVEL: 7900-8000M
- CURVAS DE NIVEL: 8000-8100M
- CURVAS DE NIVEL: 8100-8200M
- CURVAS DE NIVEL: 8200-8300M
- CURVAS DE NIVEL: 8300-8400M
- CURVAS DE NIVEL: 8400-8500M
- CURVAS DE NIVEL: 8500-8600M
- CURVAS DE NIVEL: 8600-8700M
- CURVAS DE NIVEL: 8700-8800M
- CURVAS DE NIVEL: 8800-8900M
- CURVAS DE NIVEL: 8900-9000M
- CURVAS DE NIVEL: 9000-9100M
- CURVAS DE NIVEL: 9100-9200M
- CURVAS DE NIVEL: 9200-9300M
- CURVAS DE NIVEL: 9300-9400M
- CURVAS DE NIVEL: 9400-9500M
- CURVAS DE NIVEL: 9500-9600M
- CURVAS DE NIVEL: 9600-9700M
- CURVAS DE NIVEL: 9700-9800M
- CURVAS DE NIVEL: 9800-9900M
- CURVAS DE NIVEL: 9900-10000M

**MAPA TEMÁTICO**

- CENTROIDE
- SUBCUENCAS
- SUBCUENCA ANISHUYA-ALZAR
- SUBCUENCA COLCACOLA
- SUBCUENCA HATUMPATA
- SUBCUENCA MARCAHUASI
- SUBCUENCA SACCHIRO

1:30,000



**INFORMACION FUENTE:**  
 MAPA TOPOGRAFICO 1:50,000 DEL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDCCI)  
 MAPA DIGITALIZADO A ESCALA 1:30,000. PROYECTO ESPECIAL DE TITULACION DE TERRAS PEET  
 2011-11-22 20:00:00  
 PLANO CARTOGRAFICO DE LA CIUDAD ABANCAY MUNICIPIO DE ABANCAY  
 PERIÓDICO AEREO-COLOR UNEDINO. AÑO DE CIUDAD ABANCAY MUNICIPIO DE ABANCAY

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDCCI**

PROYECTO  
**INDCCI-PNUD PER 02/051 CIUDADES SOSTENIBLES**  
 ESTUDIO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**  
 CIUDAD  
**ABANCAY**  
 MAPA  
**SUB CUENCAS HIDROLOGICAS**

UBICACION  
**DPTO.: APURIMAC. PROV.: ABANCAY.**  
**DIST.: ABANCAY.**  
 DATUM  
**WGS84 UTM ZONA 18S**

ESCALA:  
1:30,000

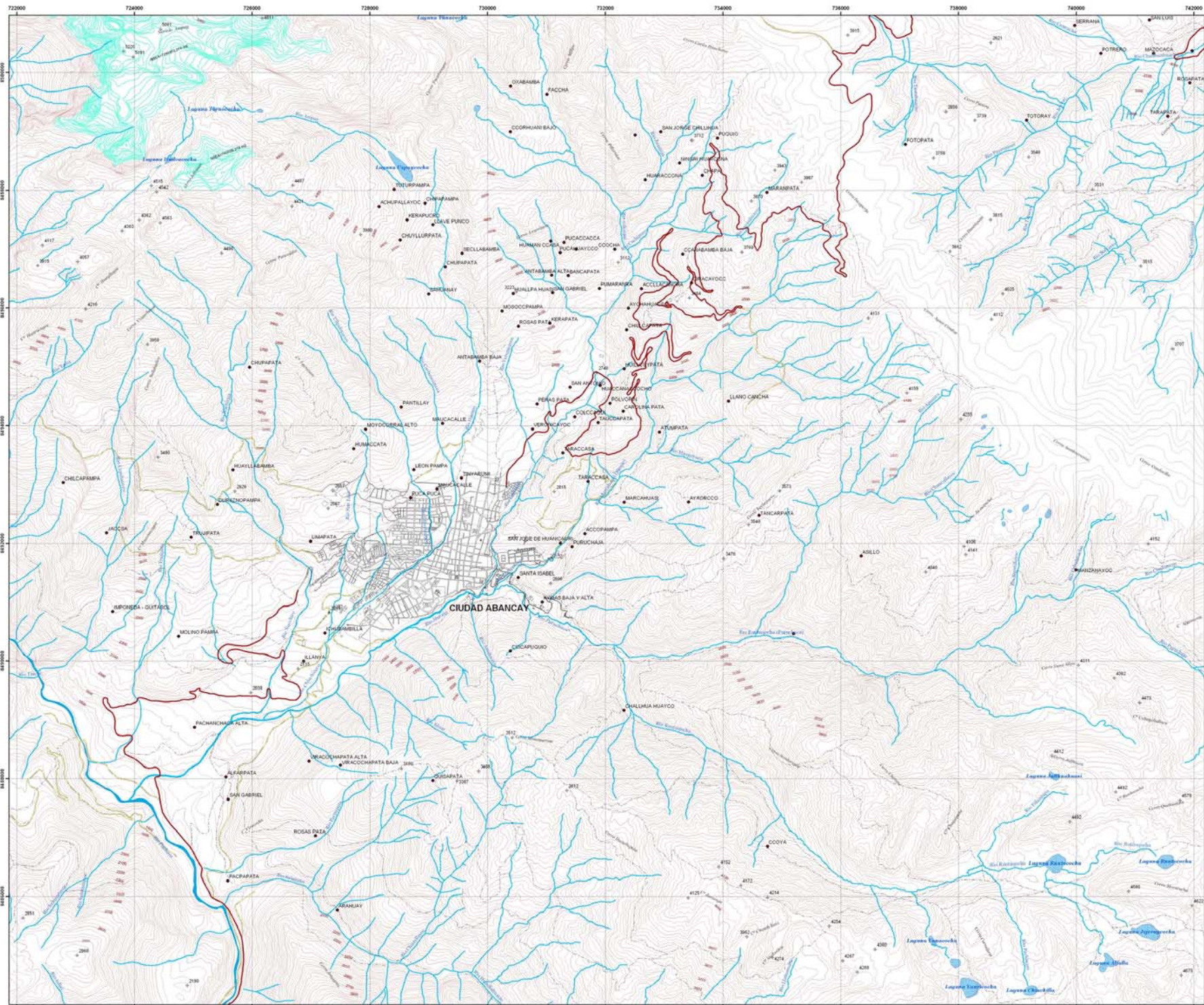
CONSULTOR HIDROLOGIA  
ING. CARLOS HUGO LOAIZA  
SCHAFRINO

FECHA:  
ABRIL DEL 2007

CONSULTOR CAD-265  
ING. HECTOR ACURIO  
CRUZ

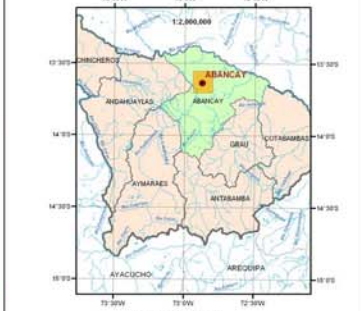
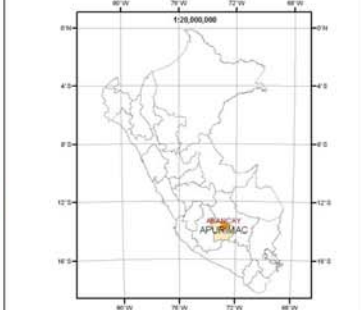
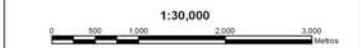
MAPA NRO.  
**07**





**MAPA BASE**

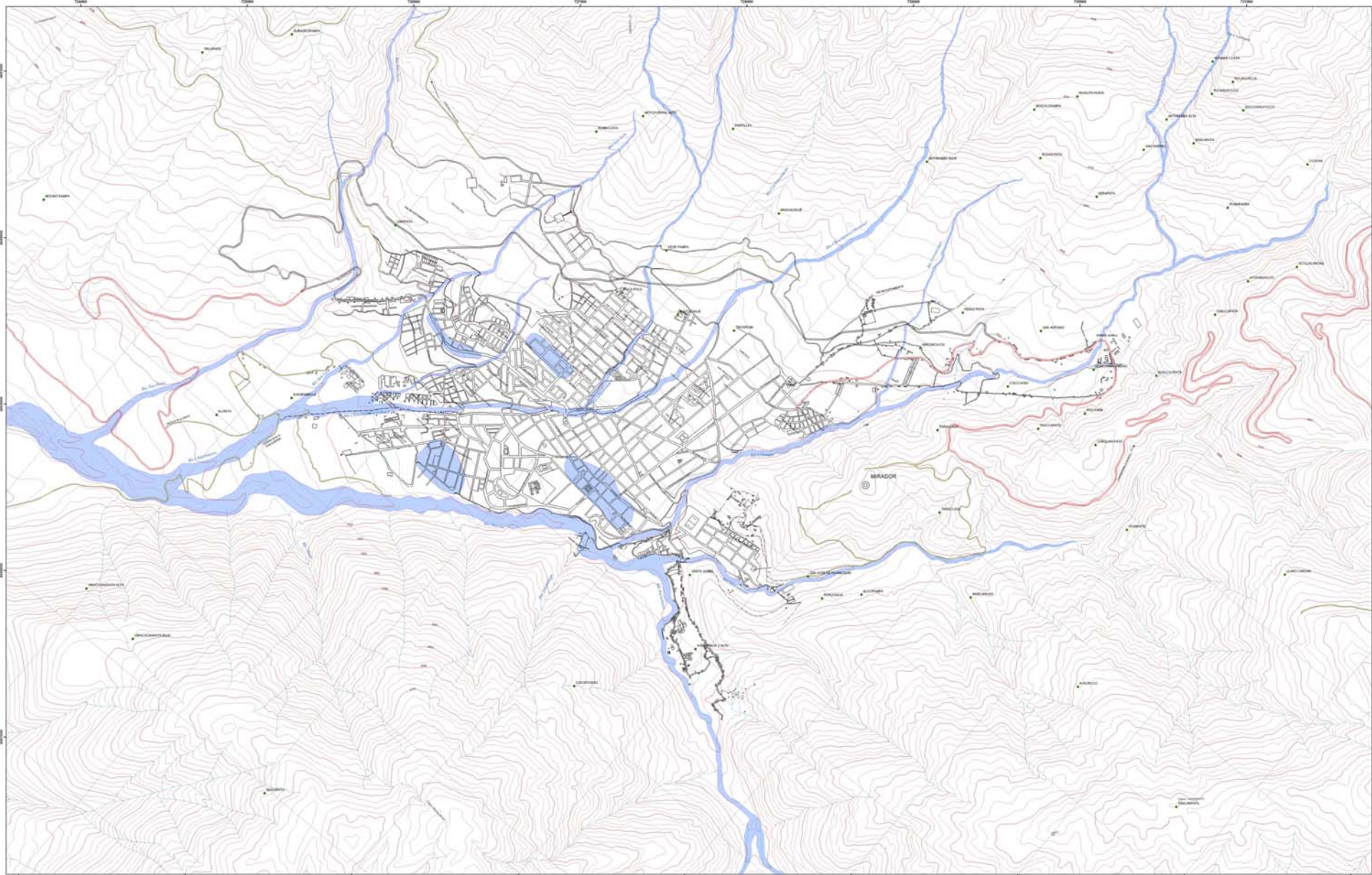
- PUNTO DE CONTROL
- CAMBIO PERIÓDICO
- CURVAS DE NIVEL C=100 m
- CURVAS DE NIVEL C=50 m
- CURVAS DE NIVEL C=20 m
- NEVAZO
- CARRETERA PALMIRMERCHA
- CARRETERA
- MANCHA ZONA CENTRAL
- ROS DUCHIVADOS
- ROS DUCHIVADOS
- RIO FACHACHACA
- RIO MARIÑO
- LAGUNA



**INFORMACIÓN FUENTE**  
 MAPA DEL TERRITORIO NACIONAL A ESCALA 1:50,000 DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DEL PERÚ  
 MAPAS DIGITALIZADOS A ESCALA 1:30,000 - PROYECTO ESPECIAL DE TITULACIÓN DE TERRENOS PERÚ  
 DEL 19-02-2002 DEL 19-02-2002  
 PLANO DE CONTROL URBANO DE LA CIUDAD DE ABANCAY REALIZADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 FOTOMAPAS AEREA COLORADO (AÑO 2001) DEL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECI**  
 PROYECTO  
**INDECI-PNUD PER 02/051 CIUDADES SOSTENIBLES**  
 ESTUDIO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**  
 CIUDAD  
**ABANCAY**  
 MAPA  
**AREA DE NEVADOS Y LAGUNAS**  
 UBICACION  
 DPTO. APURIMAC, PROV. ABANCAY,  
 DIST.: ABANCAY.  
 DATUM  
 WGS84 UTM ZONA 18S

	ESCALA: 1:30,000	FECHA: ABRIL DEL 2007	MAPA NRO.
CONSULTOR HERRERA ING. CARLOS HUGO LONZA SCHAFFRINO	CONSULTOR CAD JIR ING. HECTOR ACURIO CRUZ		<b>08</b>



**INFORMACION FUENTE**  
 MAPA GEOGRAFICO DE ABANCAY A ESCALA 1:100,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA APLICACION A ESCALA 1:20,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 Dpto. - 08      Pro. - 08  
 ELABORACION: ABANCAY DE LA COMANDANCIA EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS  
 AUTORIZADO DESPUES DE UN ANÁLISIS DE RIESGO REALIZADO POR EL INDECIV

**1:10,000**  
 0 100 200 400 600 800 1,000  
 Metros

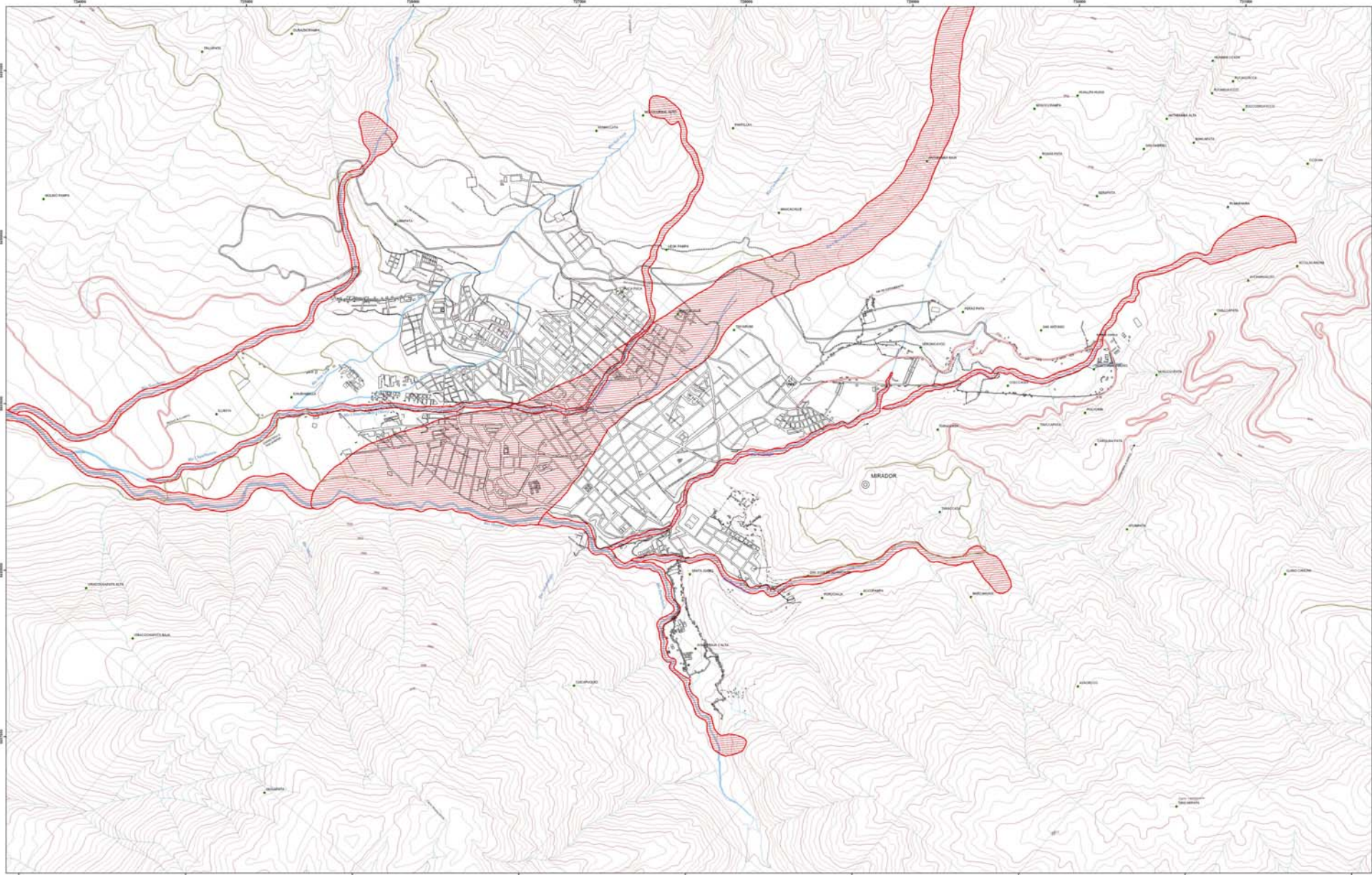
- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - ⊕ PUNTO\_DE\_CONTROL
  - CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
  - CARRETERA ACTUAL
  - VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
  - CAMBIOS
  - CANAL DE RIEGO MARIÑO
  - MANZANA ZONA CENTRAL
  - CURVAS DE NIVEL C-100 m
  - CURVAS DE NIVEL C-25 m
  - NIEVEO
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO MARIÑO
  - RIO PACHACHACA
  - LAGUNA

**MAPA TEMATICO**  
 ZONA DE INUNDACION



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECIV**  
 INDECIV-PIUD PER 0265 CIUDADES SOSTENIBLES  
 OTORGADO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**  
 TEMA:  
**ABANCAY**  
 TEMA:  
**PELIGROS CLIMATICOS (INUNDACIONES)**  
 UBICACION:  
 DPTO.: APURIMAC, PROV.: ABANCAY,  
 DIST.: ABANCAY,  
 DATUM:  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ENCUADRE: 1:10,000      TEMA: ABANCAY DEL 2007      MAPA SIG:  
 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL      COMANDO EN JEFE      09  
 ING. CARLOS RIVERO GONZALEZ      ING. NELSON ACOSTA  
 DISEÑADOR      DISEÑADOR



**INFORMACION FUENTE**  
 MAPA TOPOGRAFICO A ESCALA 1:50,000 DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL DEL PERU, DATOS DEL 1980. PROYECTO DE INGENIERIA DE TITULACION DE TERRENOS 017/80-11-100. PROY. 11-100.  
 MAPA AEROFOTOGRAFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL DEL PERU, DATOS DEL 1980. PROY. 11-100.  
 FOTOGRAFIA AEREA DEL 2008 DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL DEL PERU.

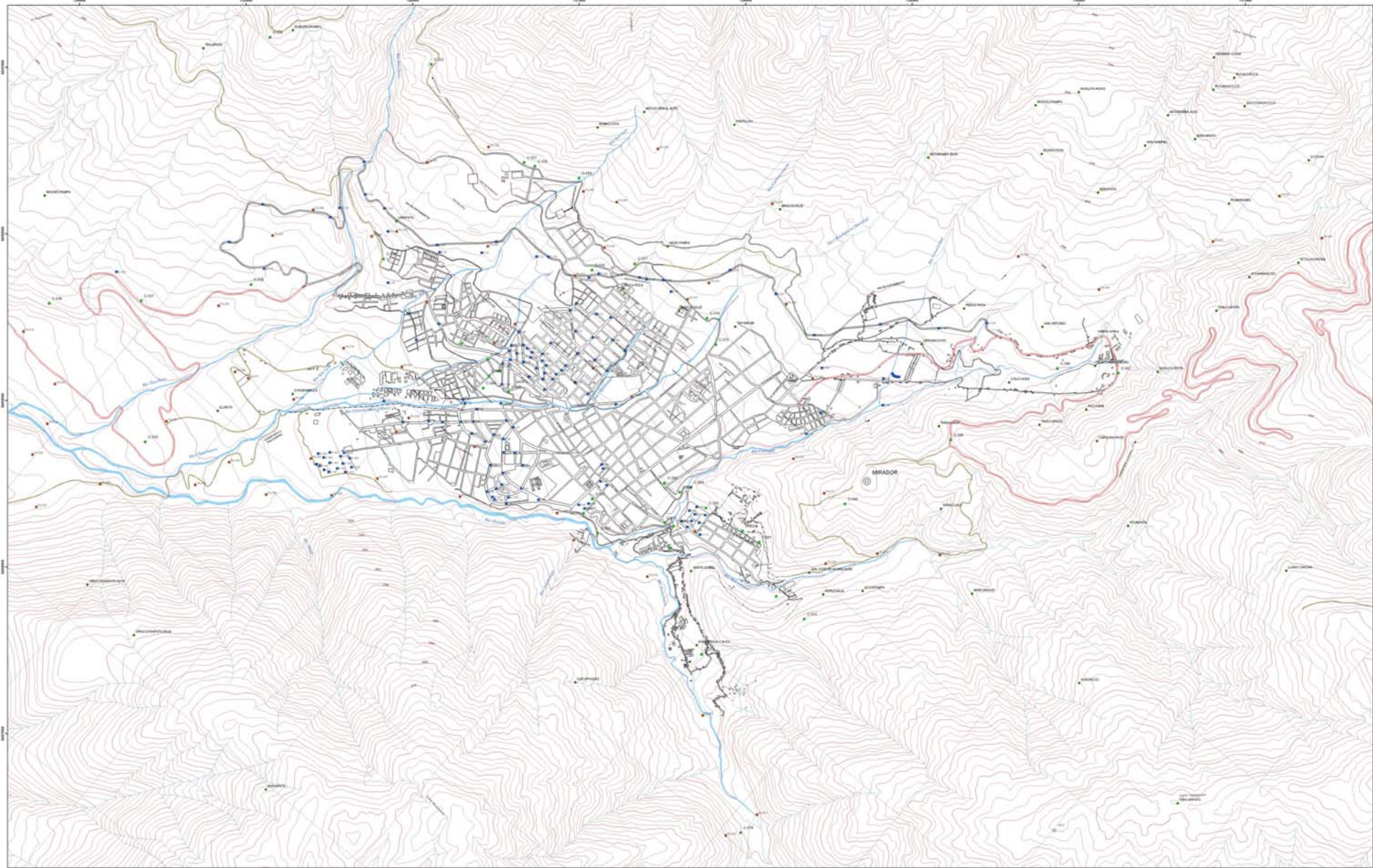
- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - ✚ PUNTO\_DE\_CONTROL
  - CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
  - CARRETERA ACTUAL
  - VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
  - CAMINOS
  - CANAL DE RIEGO MARIÑO
  - MANZANA ZONA CENTRAL
  - CURVAS DE NIVEL C-100 m
  - CURVAS DE NIVEL C-25 m
  - NEVADO
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO MARIÑO
  - RIO\_PACHACHACA
  - LAGUNA

**MAPA TEMATICO**  
 PELIGRO



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDEC I**  
 INDECI-PHUD PER 020654 CIUDADES SOSTENIBLES  
 ESTUDIO  
**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY**  
 ZONA  
**ABANCAY**  
 PELIGROS GEOLOGICO-CLIMATICOS (HUAYCOS)  
 UBICACION  
 DPTO.: APURÍMAC. PROV.: ABANCAY. DIST.: ABANCAY.  
 DATUM  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA	1:10,000	FECHA DEL DISEÑO	MAPA NÚM.
ORGANISMO EJECUTOR	INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL	ELABORADO POR	10
ELABORADO POR	MIL CARLOS RIVERA LÓPEZ	REVISADO POR	
REVISADO POR	MIL CARLOS RIVERA LÓPEZ	APROBADO POR	



**INFORMACION FUENTE**

MAPA DIFUSIONADO EN COOPERACION CON EL SERVICIO NACIONAL DE GEODINAMICA Y CARTOGRAFIA DEL PERU (SERNAGEOMIN) PARA EL PROYECTO DE INGENIERIA DE DEFENSA CIVIL Y PROTECCION DEL TERRITORIO EN ABANCAY

PLANO CARTOGRAFICO DE LA CIUDAD DE ABANCAY Y ZONAS DE RIESGO

PROYECTO DE DEFENSA CIVIL Y PROTECCION DEL TERRITORIO EN ABANCAY

ELABORADO POR EL SERVICIO NACIONAL DE GEODINAMICA Y CARTOGRAFIA DEL PERU (SERNAGEOMIN) PARA EL PROYECTO DE INGENIERIA DE DEFENSA CIVIL Y PROTECCION DEL TERRITORIO EN ABANCAY

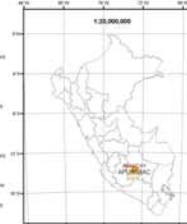
ENCARGADO DEL PROYECTO DE INGENIERIA DE DEFENSA CIVIL Y PROTECCION DEL TERRITORIO EN ABANCAY

**1:10,000**

0 100 200 400 600 800 1,000 METROS

MAPA BASE	
⊙	MIRADOR
•	POBLADOS
+	PUNTO_DE_CONTROL
—	CARRERA PANAMERICANA ACTUAL
—	CARRERA ACTUAL
—	VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
—	CAMINOS
—	CANAL DE RIEGO MARIÑO
—	MANZANA ZONA CENTRAL
—	CURVAS DE NIVEL C-100 m
—	CURVAS DE NIVEL C-25 m
—	NEVAZO
—	RIOS SECUNDARIOS
—	RIOS PRINCIPALES
—	RIO MARIÑO
—	RIO PACHACHACA
—	LADUNA

MAPA TEMATICO	
•	ESTUDIOS RECONOCER
•	CALICATAS MUNICIPALES
•	CORTES SUELOS



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**

PROYECTO INDECI-PIUD PER 0205 CIUDADES SOSTENIBLES

BATON

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY

CIUDAD ABANCAY

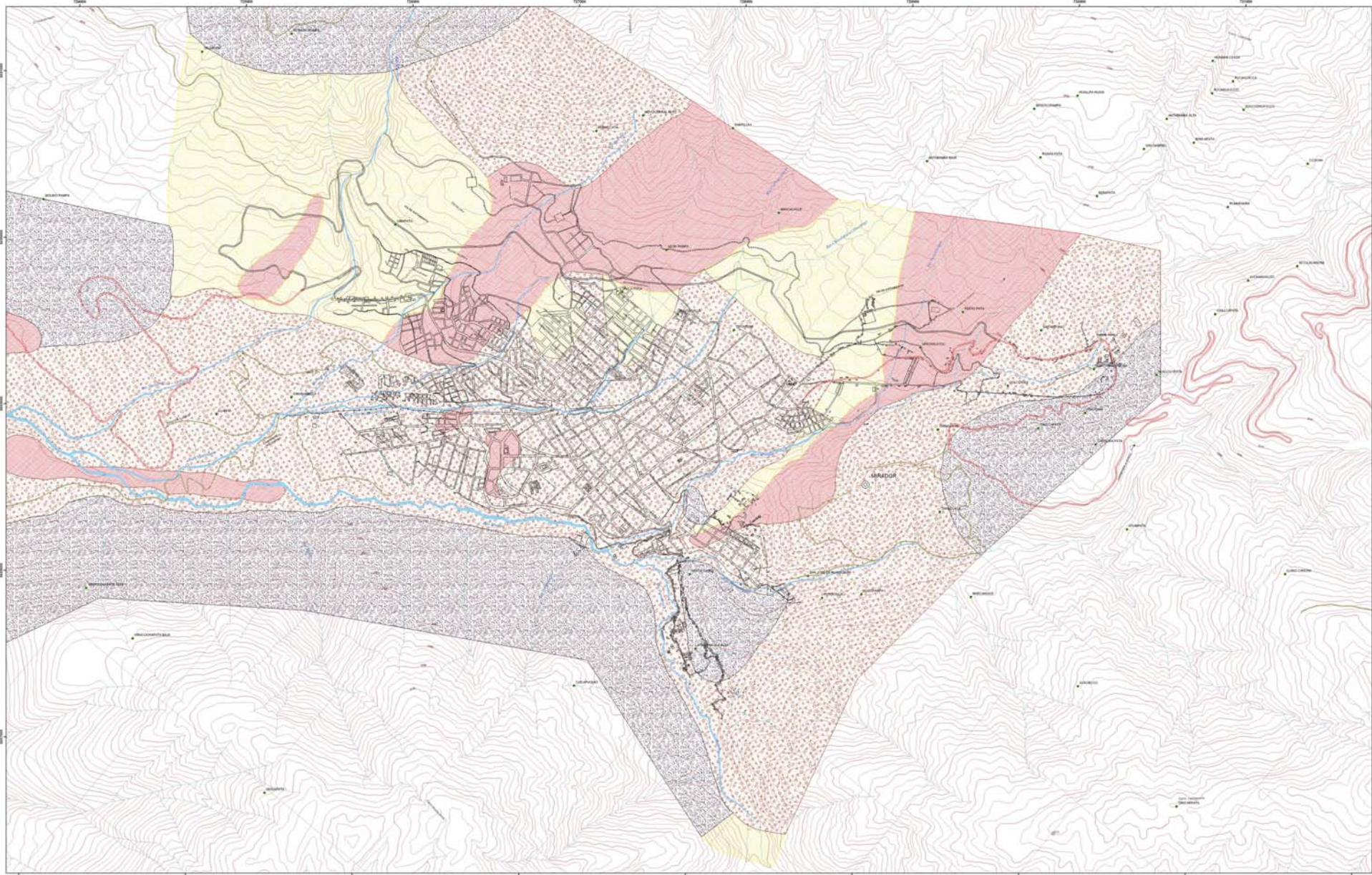
UBICACION

UBICACION DE CALICATAS

DPTO.: APURIMAC, PROV.: ABANCAY, DIST.: ABANCAY.

WGS84 UTM ZONA 18S

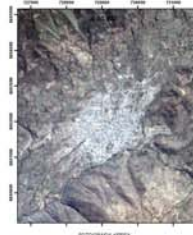
ESCALA	1:10,000	FECHA	AGOSTO 2017	MAPA No.	11
COORDINADOR GENERAL	ING. CARLOS ESPINOZA	COORDINADOR LOCAL	ING. SEBASTIAN ACOSTA		



**INFORMACION GENERAL**  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - INDECI  
 PROYECTO INDECI-PIUD PER 02065 CIUDADES SOSTENIBLES  
 ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 ESCALA 1:10,000  
 FECHA 10/05/2017  
 PLAZO 15 DÍAS  
 ELABORADO POR: INGENIERO CIVIL Y GEÓLOGO  
 REVISADO POR: INGENIERO CIVIL Y GEÓLOGO

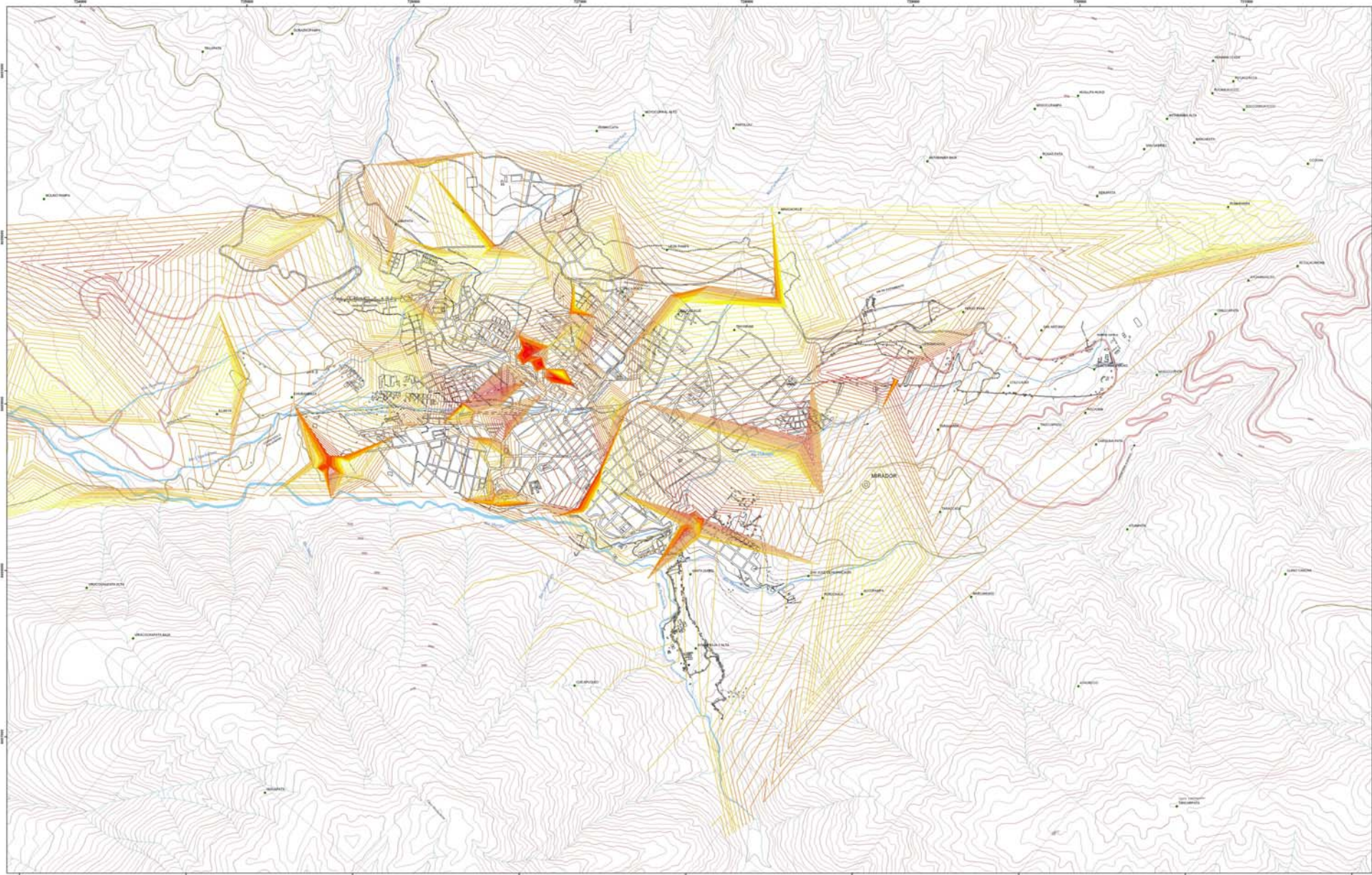
- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - PUNTO\_DE\_CONTROL
  - CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
  - CARRETERA ACTUAL
  - VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
  - CAMINOS
  - CANAL DE RIEGO MARIÑO
  - MANZANA ZONA CENTRAL
  - CURVAS DE NIVEL C-100 m
  - CURVAS DE NIVEL C-25 m
  - SIEVEDO
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO MARIÑO
  - RIO PACHACHACA
  - LAGUNA

- MAPA TEMATICO**
- ROCA
  - PRECOBRIA GRAVA Y BOLSORIA
  - PRECOBRIA ARENA
  - PRECOBRIA LIMO Y ARCILLA



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**  
 PROYECTO INDECI-PIUD PER 02065 CIUDADES SOSTENIBLES  
 ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 CIUDAD ABANCAY  
 DEPARTAMENTO DE APURIMAC  
 TIPO DE SUELOS  
 ESCALA 1:10,000  
 FECHA 10/05/2017  
 PLAZO 15 DÍAS  
 ELABORADO POR: INGENIERO CIVIL Y GEÓLOGO  
 REVISADO POR: INGENIERO CIVIL Y GEÓLOGO  
 WGS84 UTM ZONA 18S

**12**



**INFORMACION FUENTE**  
 MAPA DEL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI  
 MAPA DE PUEBLOS Y CASAS 1:25,000 - PROYECTO ESPECIAL DE VIALIDAD DE TERNALDEY  
 1961 - 62 1961 - 62 1961 - 62  
 1961 - 62 1961 - 62 1961 - 62  
 FUENTE: CARTOGRAFIA NACIONAL DE LA COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI

**1:10,000**  
 0 100 200 400 600 800 1,000  
 Metros

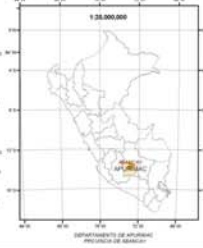
**MAPA BASE**

○ MIRADOR	— CURVAS DE NIVEL C-100 m
• POBLADOS	— CURVAS DE NIVEL C-25 m
⊕ PUNTO_DE_CONTROL	— NEVAO
— CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL	— RIOS SECUNDARIOS
— CARRETERA ACTUAL	— RIOS PRINCIPALES
— VIA DE EVITAMIENTO NUEVA	— RIO MARIÑO
— CAMINOS	— RIO_PACHACHACA
— CANAL DE RIEGO MARIÑO	— LAGUNA
— MANZANA ZONA CENTRAL	

**MAPA TEMATICO**

**CAPACIDAD PORTANTE Kg/cm2**

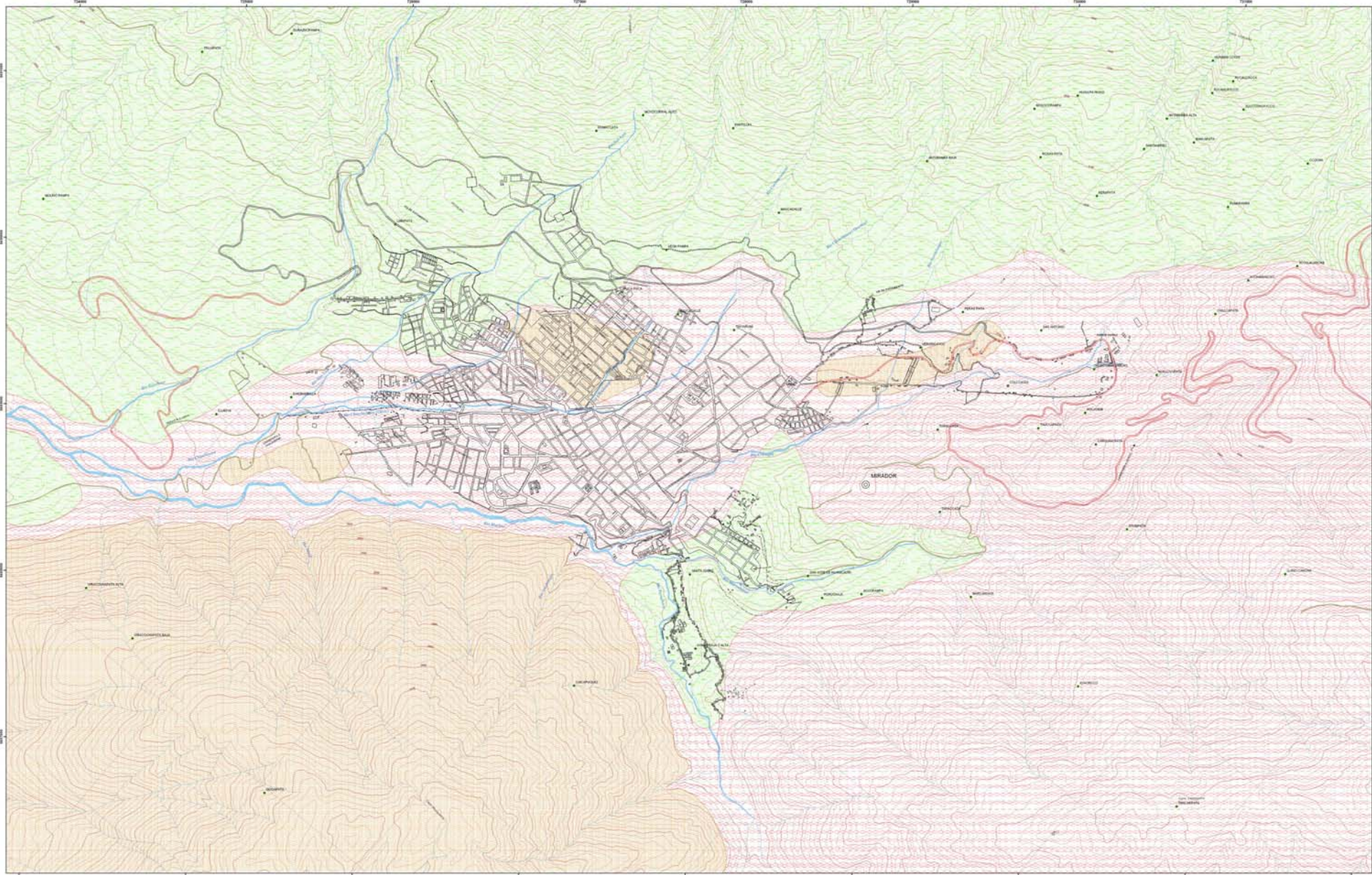
0.200000 - 1.000000
1.000001 - 2.000000
2.000001 - 4.000000
4.000001 - 5.000000
5.000001 - 7.000000



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**

PROYECTO INDECI-PIUD PER 02054 CIUDADES SOSTENIBLES  
 OTORGADO  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
**ABANCAY**  
 MAPA CURVAS DE CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS  
 UBICACION  
 DPTO.: APURÍMAC. PROV.: ABANCAY. DIST.: ABANCAY.  
 DATUM WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:10,000	FECHA: ABRIL DEL 2017	MAPA NO.:
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI	COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS	13



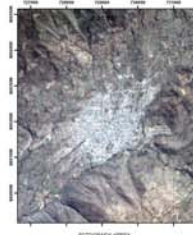
**INFORMACION GENERAL**  
 MAPA DISEÑADO POR: [Nombre del Diseñador]  
 MAPA ELABORADO POR: [Nombre del Elaborador]  
 ESCALA: 1:10,000  
 FECHA: [Fecha]

**MAPA BASE**

○ MIRADOR	— CURVAS DE NIVEL C-100 m
• POBLADOS	— CURVAS DE NIVEL C-25 m
+ PUNTO_DE_CONTROL	— SEÑALADO
— CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL	— RIOS SECUNDARIOS
— CARRETERA ACTUAL	— RIOS PRINCIPALES
— VIA DE EVITAMIENTO NUEVA	— RIO MARIÑO
— CAMINOS	— RIO PACHACHACA
— CANAL DE RIEGO MARIÑO	— LAGUNA
— MANZANA ZONA CENTRAL	

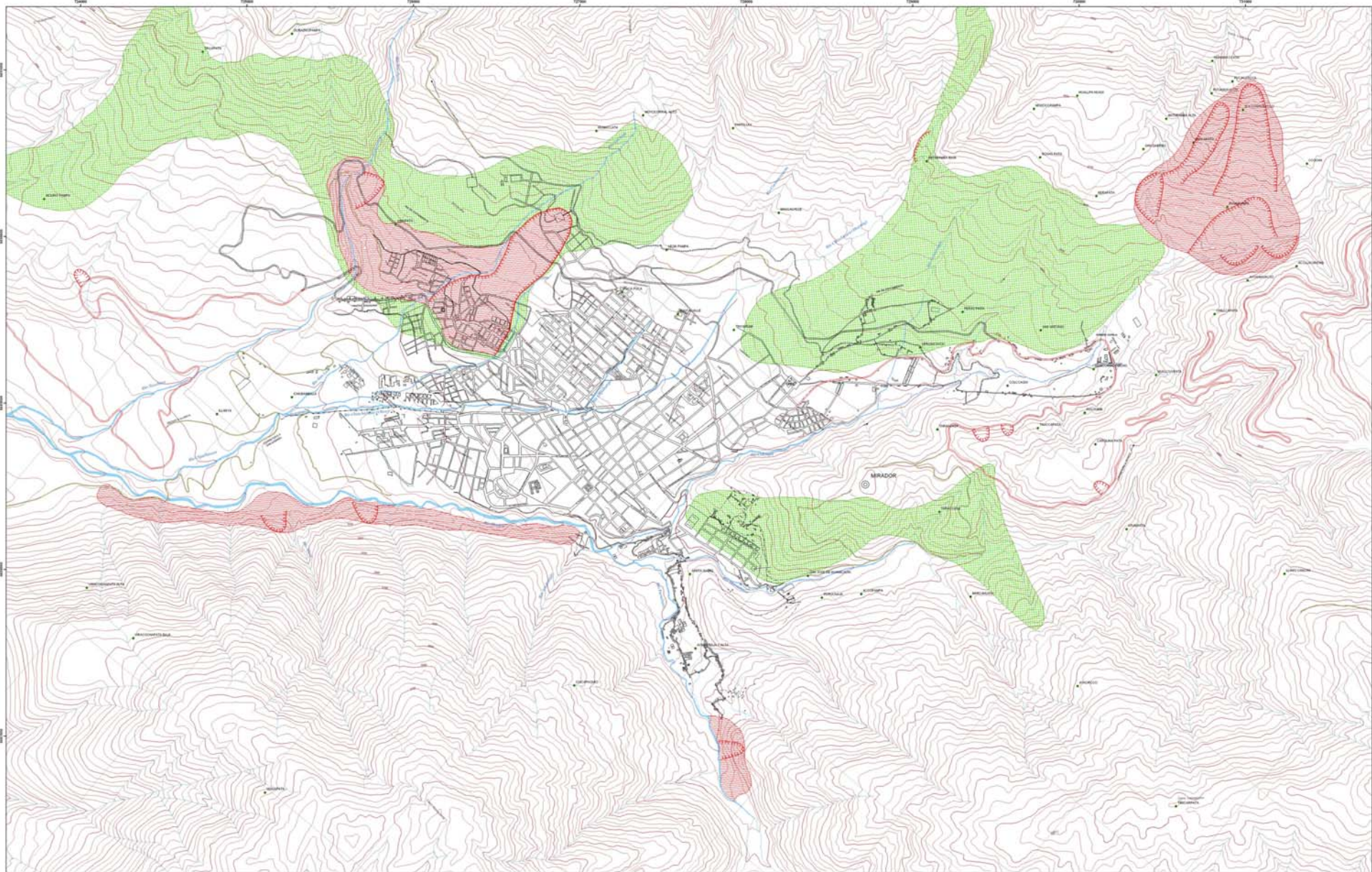
**MAPA TEMATICO**

— CAPACIDAD PORTANTE ALTA
— CAPACIDAD PORTANTE MEDIA
— CAPACIDAD PORTANTE BAJA



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**  
 INDECI-PIUD PER 02854 CIUDADES SOSTENIBLES  
 SISTEMA  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 CIUDAD  
**ABANCAY**  
 CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS  
 UBICACION  
 DPTO.: APURÍMAC. PROV.: ABANCAY.  
 DIST.: ABANCAY.  
 BARRIO  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:10,000	FECHA: ABRIL DEL 2017	MAPA NO.:
PROYECTO: [Nombre del Proyecto]	UNIDAD: [Nombre de la Unidad]	<b>14</b>

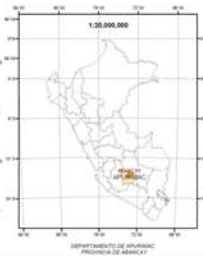


**INFORMACION FUENTE**  
 MAPA DTM (ZONA CUATRO) DEL A ESCALA 1:100 000 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL  
 MAPA ESTADISTICO NACIONAL A ESCALA 1:250 000 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL  
 PLAN DE DISEÑO DE LA CIUDAD ABANCAY (BOLETIN DE OBRAS)  
 PLAN DE DISEÑO DE LA CIUDAD ABANCAY (BOLETIN DE OBRAS)  
 PLAN DE DISEÑO DE LA CIUDAD ABANCAY (BOLETIN DE OBRAS)

**1:10,000**  
 0 100 200 400 600 800 1,000  
 Metros

- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - ⊕ PUNTO\_DE\_CONTROL
  - CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
  - CARRETERA ACTUAL
  - VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
  - CAMINOS
  - CANAL DE RIEGO MARIÑO
  - MANZANA ZONA CENTRAL
  - CURVAS DE NIVEL C-100 m
  - CURVAS DE NIVEL C-20 m
  - NEVADO
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO MARIÑO
  - RIO PACHACHACA
  - LAGUNA

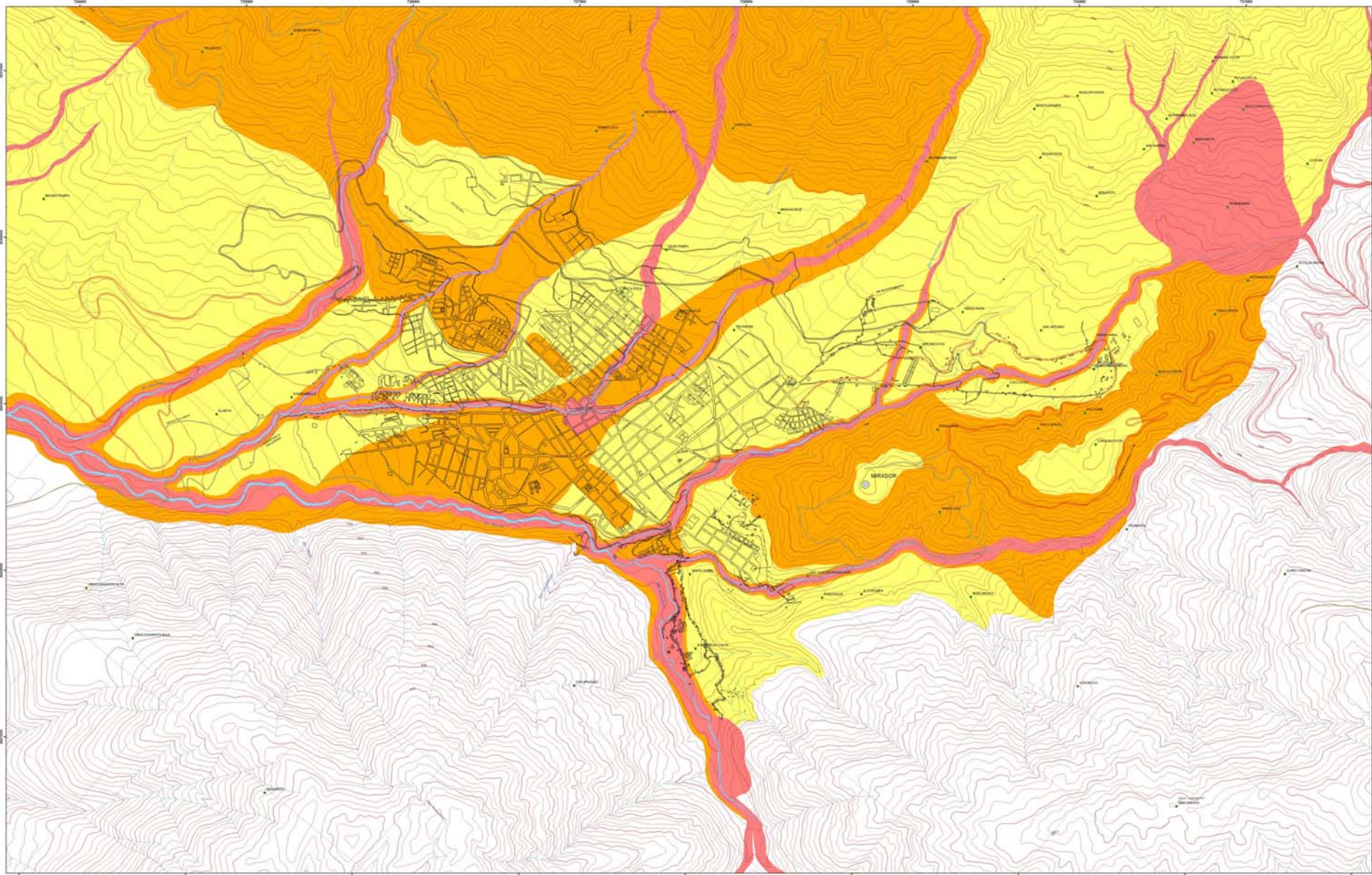
- MAPA TEMATICO**
- TTTTTTTT DESLIZAMIENTO ACTIVO
  - PELIGRO DE DESLIZAMIENTO ALTO
  - PELIGRO DE DESLIZAMIENTO MODERADO
  - BAJO PELIGRO DE DESLIZAMIENTO



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECI**  
 PROYECTO INDECI-PIUD PER 0205 CIUDADES SOSTENIBLES  
 ESTUDIO  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 CIUDAD  
**ABANCAY**  
 DEPTO. APURIMAC, PROV. ABANCAY,  
 DIST. ABANCAY.  
 UBICACION  
 DATUM  
 WGS84 UTM ZONA 18S

FECHA	15/03/2017	MAPA NO.	15
IMPRESION	15/03/2017	IMPRESOR	IMPRESOR
ELABORADO POR	ING. CARLOS PERAZO	REVISADO POR	ING. CARLOS PERAZO
REVISADO POR	ING. CARLOS PERAZO	APROBADO POR	ING. CARLOS PERAZO





**INFORMACION FUENTE:**  
 MAPA TOPOGRAFICO A ESCALA 1:100,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA DE PUEBLOS Y CASERIOS A ESCALA 1:250,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 PLAN DE CARRETERAS A ESCALA 1:50,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 PLAN DE RIOS A ESCALA 1:50,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 PLAN DE LAGUNAS A ESCALA 1:50,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

1:10,000



**MAPA BASE**

● MIRADOR	— CURVAS DE NIVEL C-100 m
● POBLADOS	— CURVAS DE NIVEL C-25 m
● PUNTO_DE_CONTROL	— RIOS
— CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL	— RIOS SECUNDARIOS
— CARRETERA ACTUAL	— RIOS PRINCIPALES
— VIA DE EVITAMIENTO NUEVA	— RIO MARIÑO
— CAMINOS	— RIO PACHACHACA
— CANAL DE RIEGO MARIÑO	— LAGUNA
— MANZANA ZONA CENTRAL	

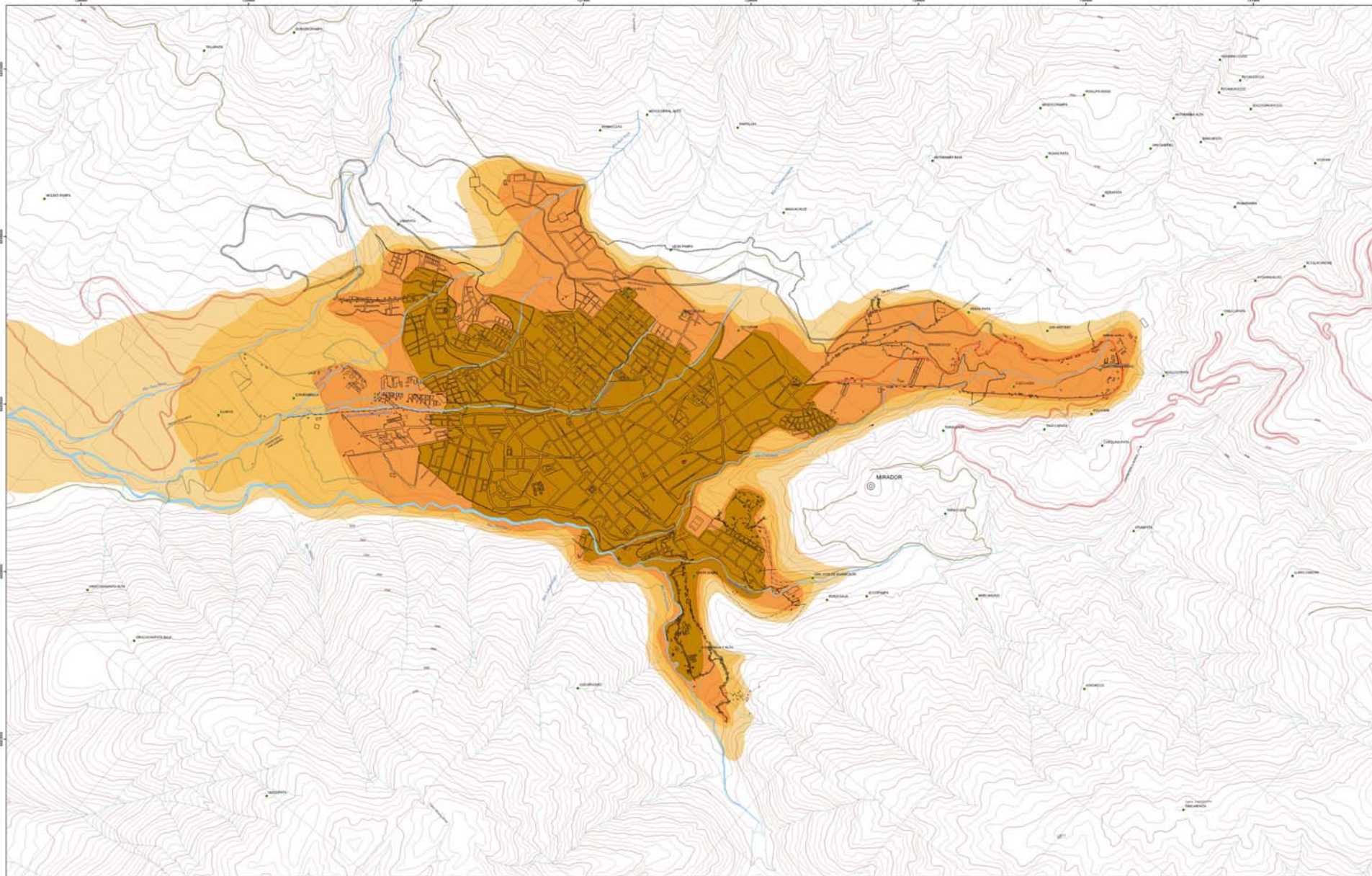
**MAPA TEMATICO**

■ PELIGRO MUY ALTO
■ PELIGRO ALTO
■ PELIGRO MEDIO



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**  
 PROYECTO INDECI-PNUR PER 02851 CIUDADES SOSTENIBLES  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 CIUDAD ABANCAY  
 DPTO. APURÍMAC, PROV. ABANCAY, DISTR. ABANCAY  
 WGS84 UTM ZONA 18S

BRANCA: 18 S	REGIÓN: SURESTE	MAPA NÚM.: 16
COORDINADOR: ING. CARLOS PERAZZANI	CONSEJO TÉCNICO: ING. ANDRÉS	
BOCA FONTE:	ING. SECTOR ACUADO	



**INFORMACION FUENTE:**  
 MAPA DIFUSIONADO POR EL PLAN A ESCALA 1:100,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA DIFUSIONADO A ESCALA 1:200,000 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 PLAN DE CONTROL TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 PLAN DE CONTROL TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 FOTOGRAFIA AEREA COLOR AEROFOTO AÑO DE CUANDO MANEJA EL INSTITUTO DE ABANCAY

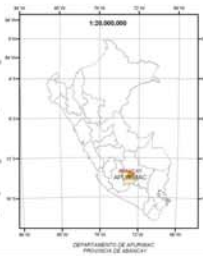
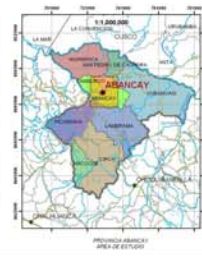
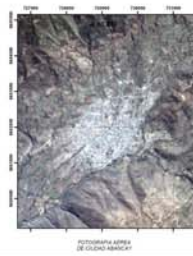
**1:10,000**  
 0 100 200 400 600 800 1,000  
 Metros

**MAPA BASE**

○ MIRADOR	— CURVAS DE NIVEL C-100 m
● POBLADOS	— CURVAS DE NIVEL C-25 m
+ PUNTO_DE_CONTROL	— NEVADO
— CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL	— RIOS SECUNDARIOS
— CARRETERA ACTUAL	— RIOS PRINCIPALES
— VIA DE EVITAMIENTO NUEVA	— RIO MARIÑO
— CAMINOS	— RIO_FACHACHACA
— CANAL DE RIEGO MARIÑO	— LAGUNA
— MANZANA ZONA CENTRAL	

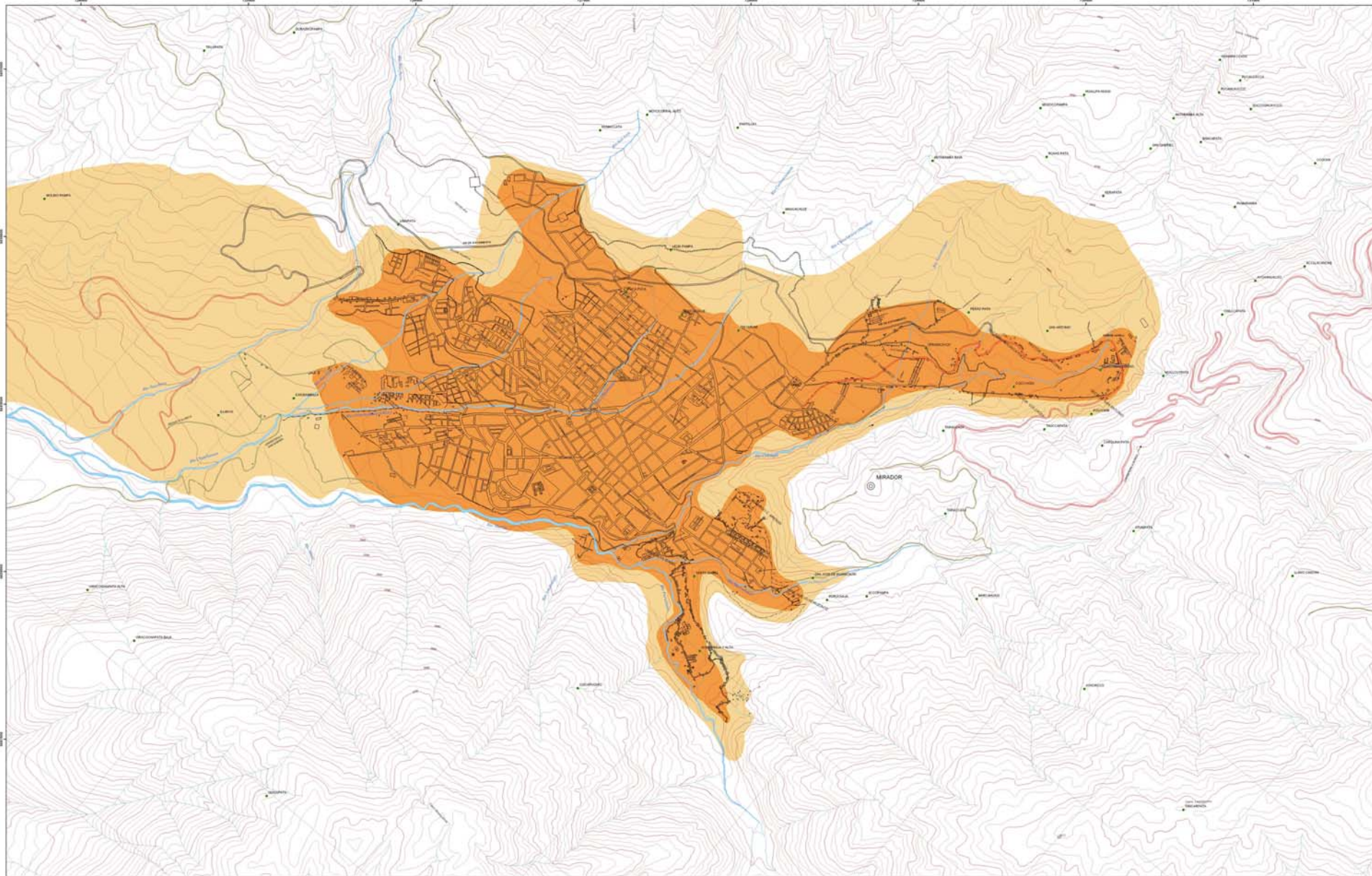
**MAPA TEMATICO**

■ OCUPIACION URBANA AÑO 1985
■ OCUPIACION URBANA AÑO 2000
■ OCUPIACION URBANA AÑO 2010
■ OCUPIACION URBANA AÑO 2015



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**  
 PROYECTO INDECI-PIUD PER 02054 CIUDADES SOSTENIBLES  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 CIUDAD ABANCAY  
 MAPA TENDENCIA NATURAL DE EXPANSION URBANA  
 DEPARTAMENTO DE APURIMAC, PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:10,000	FECHA: ABRIL DEL 2017	MAPA NRO:
COORDINADOR: ING. CARLOS FERNANDEZ BOLA TORAL	CONSULTOR: ING. NELSON ACORDO CUEVA	<b>17</b>

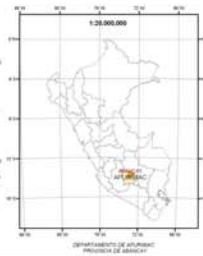
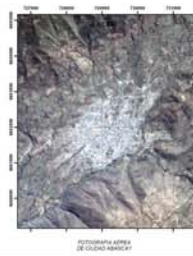


**INFORMACION FUENTE:**  
 MAPA INSTITUCIONAL FUENTE: IANIG - INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA INSTITUCIONAL FUENTE: IANIG - INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA INSTITUCIONAL FUENTE: IANIG - INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA INSTITUCIONAL FUENTE: IANIG - INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL  
 MAPA INSTITUCIONAL FUENTE: IANIG - INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

**1:10,000**  
 0 100 200 400 600 800 1,000  
 Metros

- MAPA BASE**
- MIRADOR
  - POBLADOS
  - + PUNTO\_DE\_CONTROL
  - CARRETERA PANAMERICANA ACTUAL
  - CARRETERA ACTUAL
  - VIA DE EVITAMIENTO NUEVA
  - CAMINOS
  - CANAL DE RIEGO MARIÑO
  - MANZANA ZONA CENTRAL
  - CURVAS DE NIVEL C-100 m
  - CURVAS DE NIVEL C-25 m
  - NEVADO
  - RIOS SECUNDARIOS
  - RIOS PRINCIPALES
  - RIO MARIÑO
  - RIO PACHACHACA
  - LAGUNA

- MAPA TEMATICO**
- EXPANSION URBANA ACTUAL
  - EXPANSION URBANA RECOMENDADA



**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**  
**INDECI**  
 PROYECTO INDECI-PIHUD PER 02054 CIUDADES SOSTENIBLES  
 MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY  
 CIUDAD ABANCAY  
 MAPA EXPANSION URBANA RECOMENDADA  
 DEPARTAMENTO APURIMAC PROV. ABANCAY, DIST. ABANCAY  
 WGS84 UTM ZONA 18S

ESCALA: 1:10,000  
 FECHA: JUNIO DEL 2017  
 COORDINADOR: ING. CARLOS FERNANDEZ  
 ELABORADOR: ING. SÉCTOR ACORDO  
 BARRERA: BARRERA

MAPA Nº: **18**

