

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ**

## **ANEXOS**

### **ESTUDIO HIDRÁULICO Y DE ESTABILIDAD DE UNA PRESA DE MATERIALES SUELTOS SOBRE EL RÍO CALLAZAS EN LA REGIÓN DE TACNA**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller:

**Miguel Pérez Preciado**

**ASESOR: Richard Paul Pehovaz Álvarez**

Lima, Marzo del 2018

## ÍNDICE

ANEXO 1: TABLAS, FIGURAS Y ÁBACOS UTILIZADOS PARA LOS ANÁLISIS.....	1
1. DISEÑO.....	2
2. ELEMENTOS HIDRÁULICOS.....	4
ANEXO 2: DATOS GEOLÓGICOS Y ENSAYOS DE SUELOS.....	11
DATOS DEL EJE DE LA PRESA.....	12
Cantera C-1.....	13
Cantera C-1A.....	14
Cantera C-2.....	15
Cantera C-4.....	16
Cantera C-5.....	17
Cantera C-5A.....	19
Cantera C-7.....	21
Cantera Turun-Turun.....	22
RESUMEN DE PROPIEDADES DE CANTERAS.....	24
ANEXO 3: DATOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS.....	27
PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS.....	28
PARÁMETROS HIDROLÓGICOS.....	31
REFERENCIAS.....	33



## **ANEXO 1: TABLAS, FIGURAS Y ÁBACOS UTILIZADOS PARA LOS ANÁLISIS**

## 1. DISEÑO

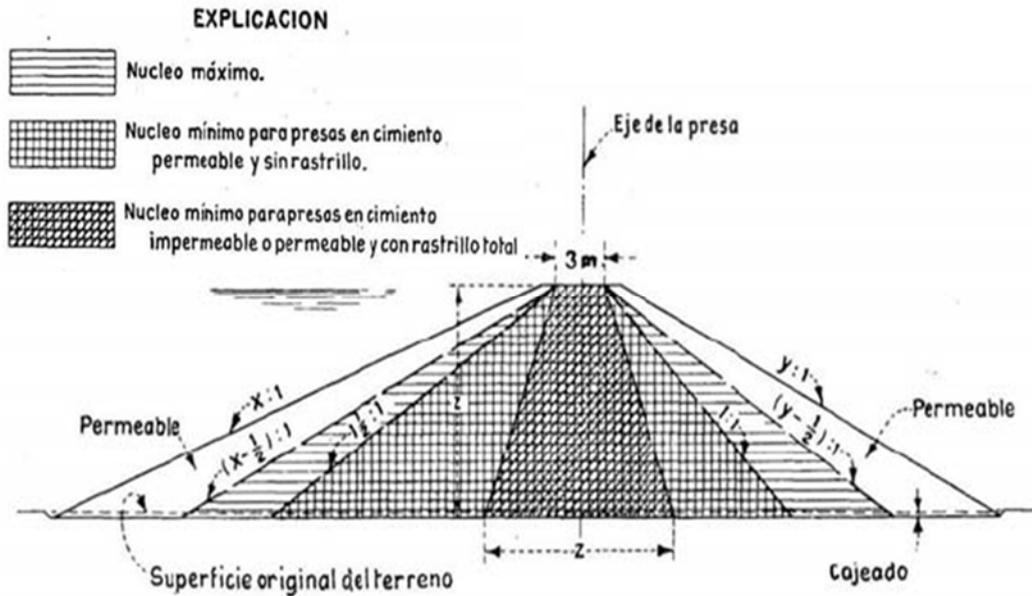


Figura 1. Recomendaciones para terraplenes en función del tipo de núcleo, su espesor y el tipo de cimentación. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

Tabla 1. Taludes recomendados para presas de materiales sueltos con núcleo central sobre cimentaciones estables. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

Tipo	Propósito	Sujeto a desembalse rápido	Clasificación del material resistente	Clasificación del material del núcleo	Talud de aguas arriba	Talud de aguas abajo
Zonificado con núcleo mínimo A	Cualquiera	No crítico	Enrocado, GW, GP, SW (pedregosos) o SP (pedregosos)	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH O MH	2:1	2:1
Zonificado con núcleo máximo	Laminación y almacenamiento	No	Enrocado, GW, GP, SW (pedregosos) o SP (pedregosos)	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH O MH	2:1 2.25:1 2.5:1 3:1	2:1 2.25:1 2.5:1 3:1
Zonificado con núcleo máximo	Almacenamiento	Sí	Enrocado, GW, GP, SW (pedregosos) o SP (pedregosos)	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH O MH	2.5:1 2.5:1 3:1 3.5:1	2:1 2.25:1 2.5:1 3:1

Tabla 2. Altura de ola en función del fetch y de la velocidad del viento. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

Fetch (mi)	Velocidad del viento (mi/h)	Altura de ola (pies)
1	50	2.7
1	75	3.0
2.5	50	3.2
2.5	75	3.6
2.5	100	3.9
5	50	3.7
5	75	4.3
5	100	4.8
10	50	4.5
10	75	5.4
10	100	6.1

Tabla 3. Criterios de diseño para la protección de enrocamiento. Fuente: Sherard et al, 1963

PROTECCIÓN DE ENROCAMIENTO. CRITERIOS DE DISEÑO		
Altura máxima de olas (pies)	Mínimo tamaño medio D50 (pulgadas)	Espesor del estrato (pulgadas)
0-2	10	12
2-4	12	18
4-6	15	24
6-8	18	30
8-10	21	36

## 2. ELEMENTOS HIDRÁULICOS

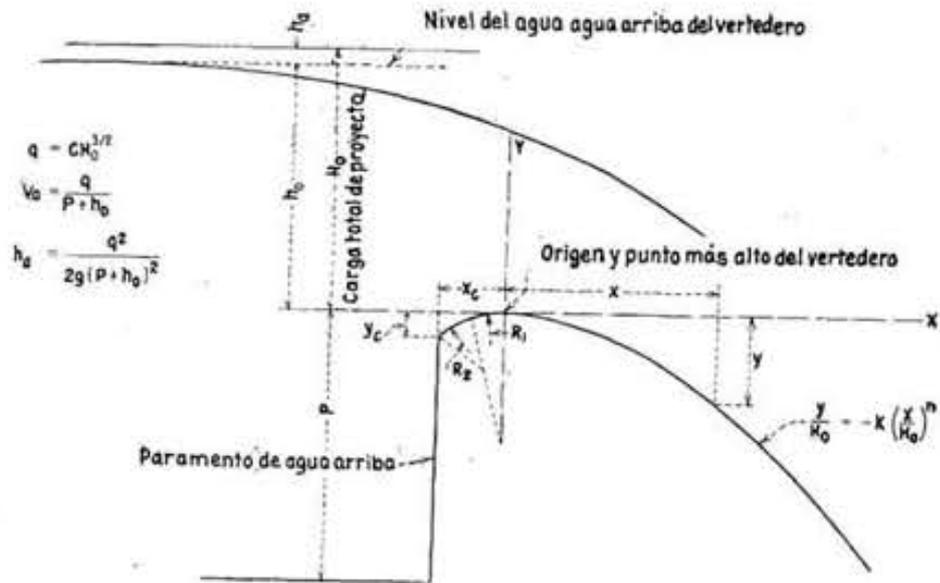
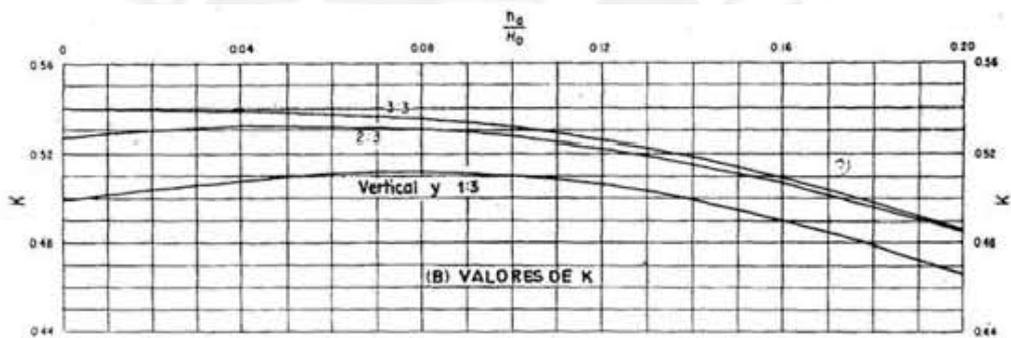
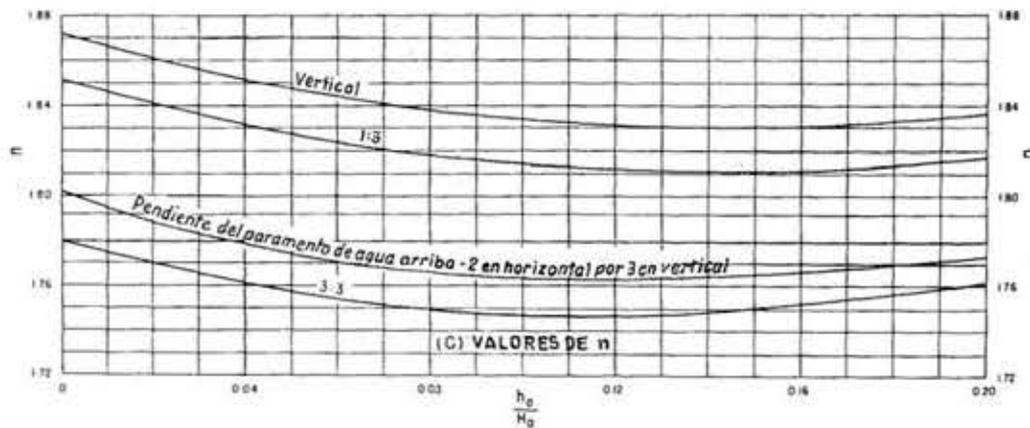


Figura 2. Esquema general de la forma de la sección de la cresta vertedera. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)



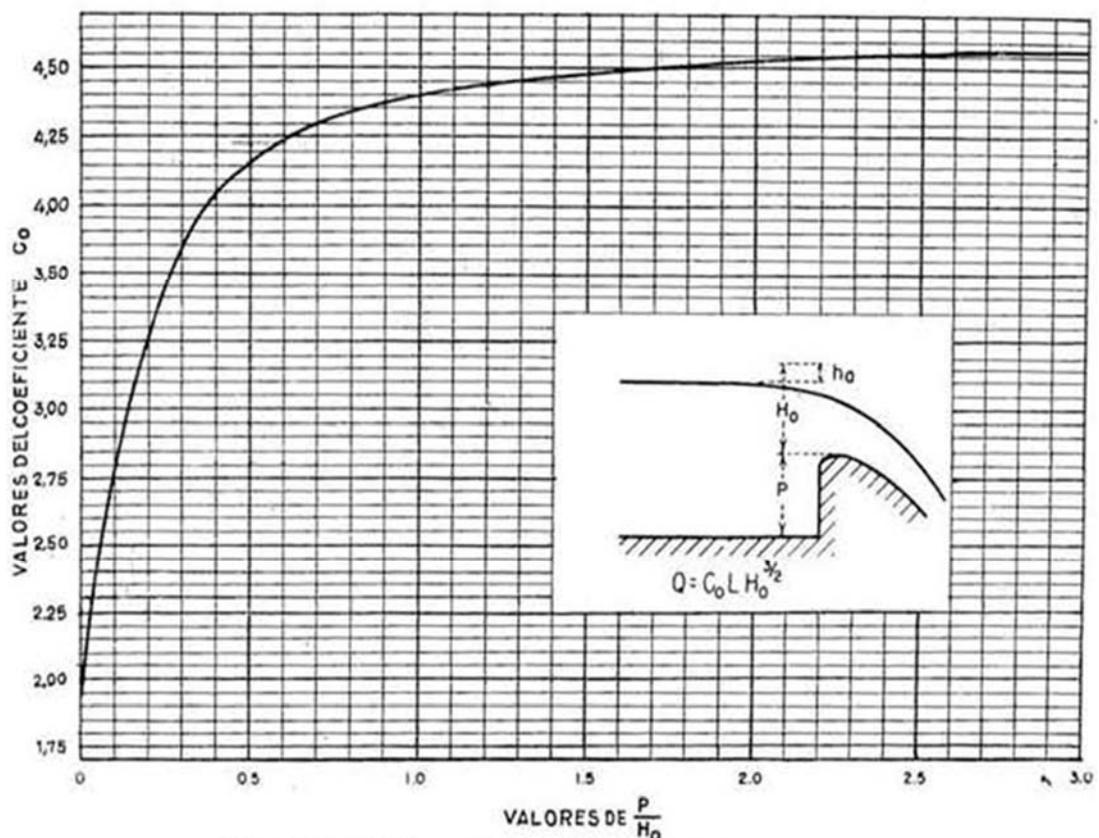
Ábaco 1. Valor de la constante K en función del talud de aguas arriba y la relación  $h_0/H_0$ . Fuente: Bureau of Reclamation (2012)



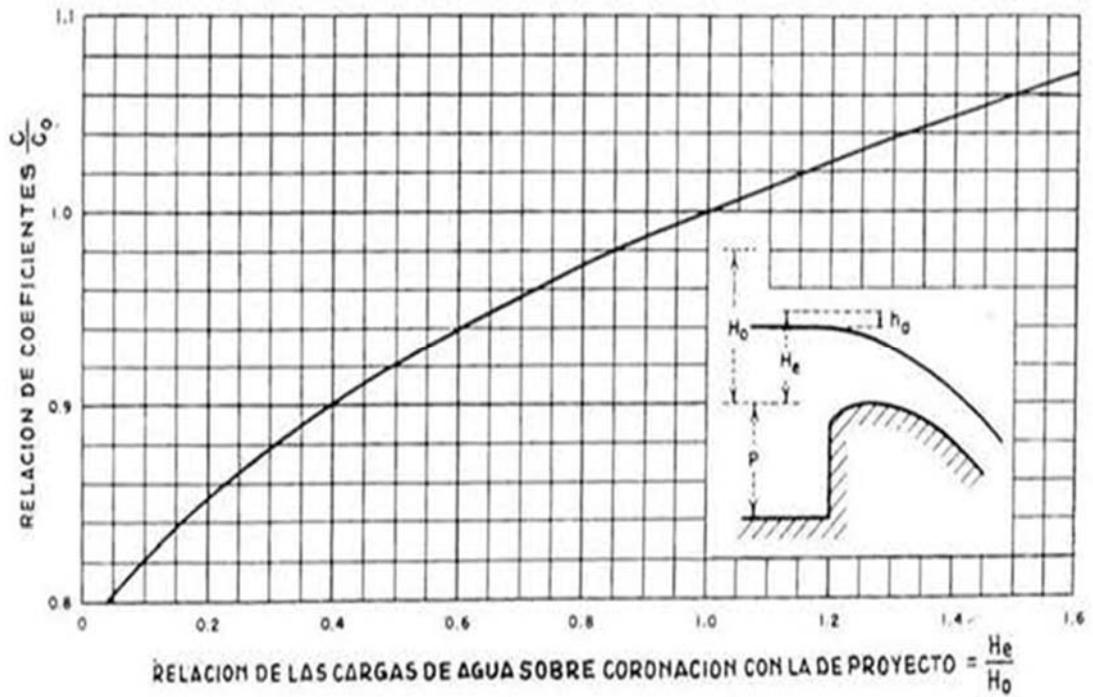
Ábaco 2. Valores de la constante n en función del talud de aguas arriba y la relación  $h_0/H_0$ . Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

Tabla 4. Coeficientes de contracción de pilas y estribos para vertedores de demasías.  
Fuente: Bureau of Reclamation (2012).

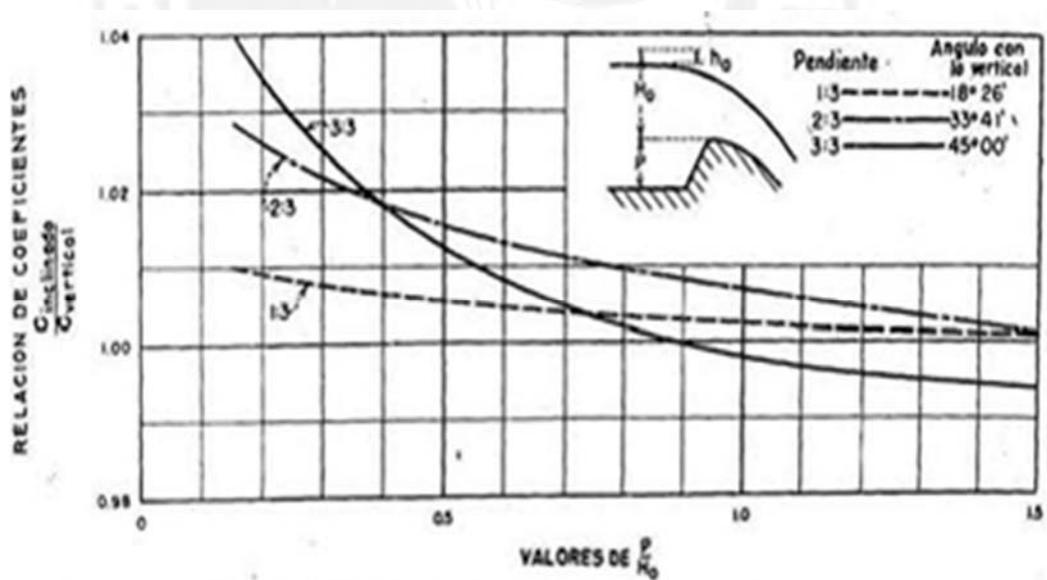
<b>PILAS</b>	Para pilas cuadradas con esquinas redondeadas con $r$ menor que 0,1 veces la anchura de la pila	$K_p = 0,02$
	Para pilas circulares	$K_p = 0,01$
	Para pilas con tajamar construido de forma efectiva	$K_p = 0$
<b>ESTRIBOS</b>	Para estribos con esquinas rectas con influencia perpendicular del flujo	$K_a = 0,20$
	Para estribos redondeados con influencia perpendicular del flujo y $0,5H_o < r < 0,15H_o$	$K_a = 0,10$
	Para estribos redondeados donde $r > 0,5H_o$ y la influencia del flujo difiere en menos de $45^\circ$ del muro del estribo	$K_a = 0$



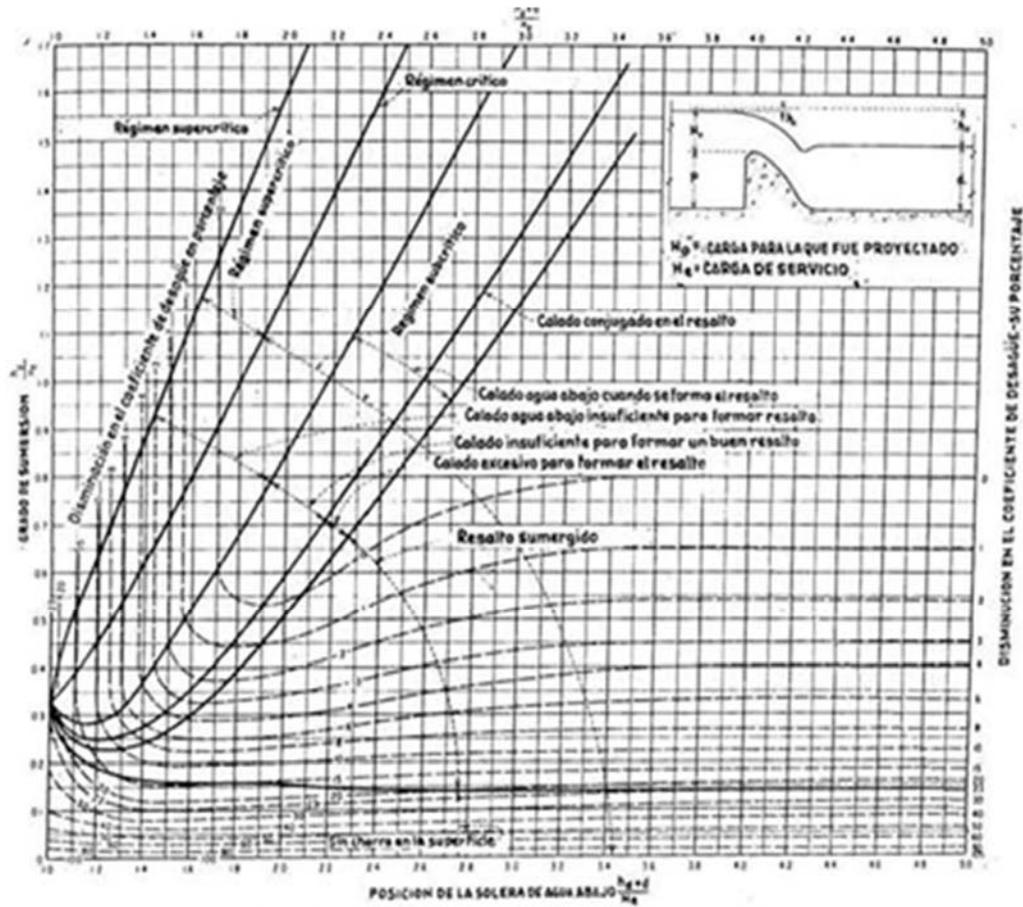
Ábaco 3. Coeficiente de descarga para el caudal de diseño en función de la relación entre la altura de la cresta y la elevación del agua sobre esta. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)



Ábaco 4. Relación entre el coeficiente de descarga para una avenida y el de la avenida de proyecto en función de la relación de elevaciones de agua. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)



Ábaco 5. Relación de coeficientes de descarga en función del talud de aguas arriba y la relación de alturas. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)



Ábaco 6. Disminución del coeficiente de descarga en función de la influencia del nivel de agua aguas abajo en comparación con el nivel de aguas arriba y del régimen del flujo.  
 Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

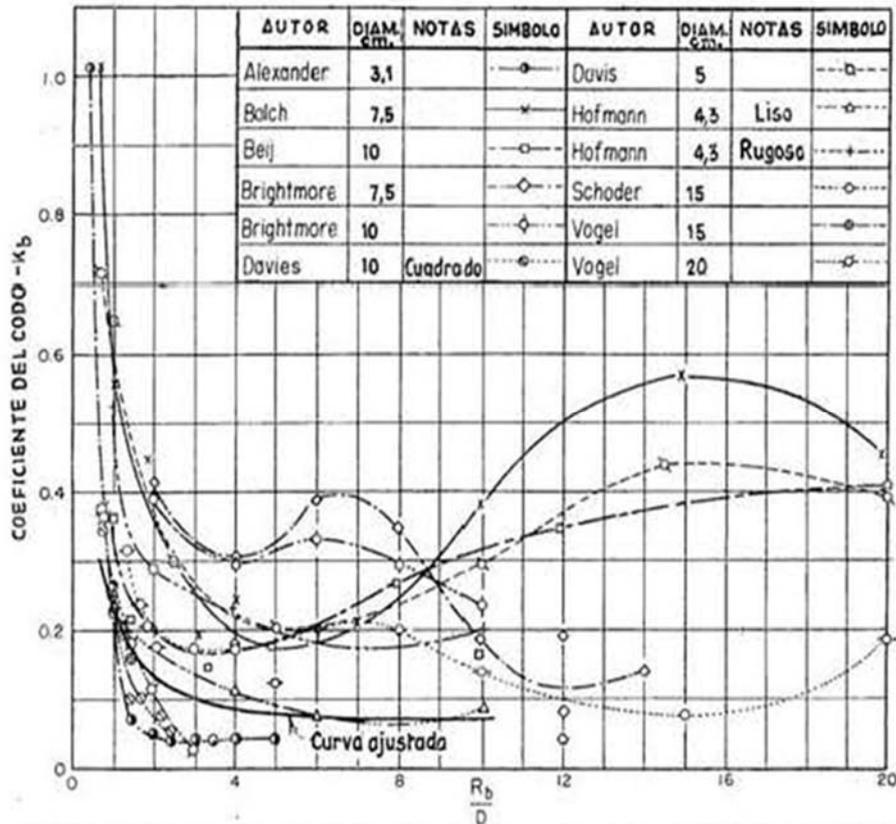
Tabla 5. Coeficiente de pérdidas a la entrada y coeficiente de descarga en función del tipo de condiciones de entrada. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

CONDICIONES DE ENTRADA	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	SERIE 4	SERIE 5	SERIE 6	SERIE 7		
	 $K_e=1.80$ $C=0.62$	 $K_e=1.44$ $C=0.64$	 $K_e=1.37$ $C=0.65$	 $K_e=0.93$ $C=0.72$	 $K_e=0.69$ $C=0.77$	 $K_e=0.56$ $C=0.80$	 $K_e=0.52$ $C=0.81$		
	 $K_e=1.44$ $C=0.64$	Entrada elíptica		 $K_e=1.04$ $C=0.70$	 $K_e=0.64$ $C=0.78$		 $K_e=0.49$ $C=0.82$		
	 $K_e=1.16$ $C=0.68$	<p>NOTAS</p> <p>Todos los tubos de 120x120                      Cuando no se indica entrada elíptica todas las esquinas son cuadradas                      Los valores de C son medios dados por la fórmula <math>V=C\sqrt{2gh}</math>                      El coeficiente de pérdidas <math>K_e=(\frac{1}{C^2}-1)</math></p>		 $K_e=0.93$ $C=0.72$	 $K_e=0.52$ $C=0.81$		 $K_e=0.45$ $C=0.83$		
	 $K_e=0.64$ $C=0.78$			 $K_e=0.88$ $C=0.73$	 $K_e=0.38$ $C=0.85$		 $K_e=0.38$ $C=0.85$		
							 $K_e=0.35$ $C=0.86$ Pared		
	 $K_e=0.08$ $C=0.96$					 $K_e=0.18$ $C=0.92$	 $K_e=0.16$ $C=0.93$	 $K_e=0.23$ $C=0.90$	 $K_e=0.29$ $C=0.88$

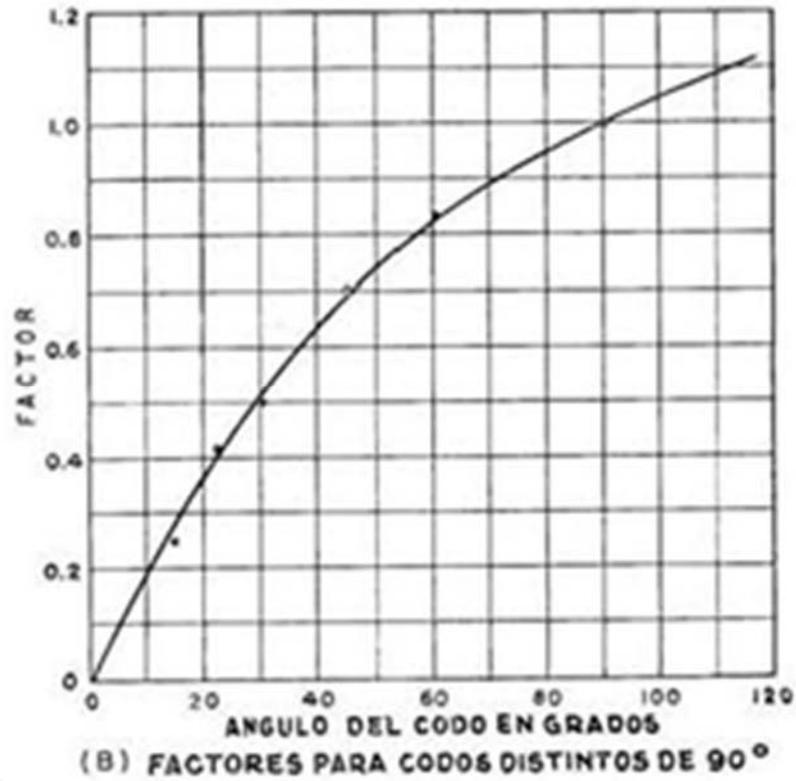
CONDENSADO DEL BOLETIN  
 216 DE LA UNIVERSIDAD  
 DE WISCONSIN.

Tabla 6. Coeficiente de descarga y pérdidas a la entrada en función del tipo de entrada y/o compuerta. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

	Discharge coefficient, C			Loss coefficient, A		
	Max.	Min.	Aug.	Max.	Min.	Aug.
(a) Gate in thin wall - unsuppressed contraction	0.70	0.60	0.63	1.80	1.00	1.50
(b) Gate in thin wall - bottom and sides suppressed	.81	.68	.70	1.20	0.50	1.00
(c) Gate in thin wall - corners rounded	.95	.71	.82	1.00	.10	0.50
(d) Square-cornered entrances	.85	.77	.82	0.70	.40	.50
(e) Slightly rounded entrances	.92	.79	.90	.60	.18	.23
(f) Fully rounded entrances ( $r/D \geq 0.15$ )	.86	.88	.85	.27	.08	.10
(g) Circular bellmouth entrances	.98	.95	.98	.10	.04	.05
(h) Square bellmouth entrances	.97	.91	.93	.20	.07	.16
(i) Inward projecting entrances	.80	.72	.75	.93	.56	.80



Ábaco 7. Coeficiente de pérdidas en curvas de 90° en función del tipo de tubería y del radio relativo de la curva. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)



Ábaco 8. Factor de influencia en el coeficiente de pérdidas en función del ángulo de la curva. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

Tabla 7. Coeficientes de pérdidas para dilataciones en función del ángulo de las superficies y de las paredes del conducto con su línea central. Fuente: Bureau of Reclamation (2012)

Flare angle $\alpha$	2°	5°	10°	12°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°
$K_{ex}$ [1]	0.03	0.04	0.08	0.10	0.16	0.31	0.40	0.49	0.60	0.67	0.72
$K_{ex}$ [4]	.02	.12	.16	—	.27	.40	.55	.66	.90	1.00	—



## **ANEXO 2: DATOS GEOLÓGICOS Y ENSAYOS DE SUELOS**

# DATOS DEL EJE DE LA PRESA

Tabla 8. Registro de sondeo rotativo en la perforación P-12. Fuente: UNI (2011).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		REGISTRO DE SONDEO ROTATIVO PERFORACION DE EXPLORACION SONDEO N° P-12																	
PROYECTO	FRUCCO DE INI. BASICA DE LA PRESA CAJAZAS	INCLINACION DEL SONDEO	75°	ING. CONTROL DE PERF.	N. Apaza														
OBJETIVO	ESTUDIO GEOTECNICO	PROFUNDIDAD PROYECTADA	50.00	EQUIPO	L344 RPS														
UBICACION	CANARAWE, TACNA	PROFUNDIDAD EJECUTADA	50.00	FECHA DE INICIO	14/05/2010														
COORDENADAS	8114303	REGISTRADO POR	J.T.C.	FECHA DE FINALIZACION	15/05/2010														
E	864084	REVISADO POR	Z.A.B.	PERFORISTA	F. Razo														
COTA DE BOCA (msnm)	4371.83	NIVEL FREATICO	26.68																
PROFUNDIDAD (m)	USO Y VALORES DE PERFORACION	COTA DE LA AGUA DE RETORNO	SUCS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	UNIDAD GEOLOGICA	ENSAYO SPT "N" (kg/cm²)	RECUPERACION (%)	ENSAYOS DE PERMEABILIDAD K (cm/seg)		GRADO DE ALTERACION DE LA ROCA	GRADO DE FRACTURACION DE LA ROCA	GRADO DE FRACTURAMIENTO DE LA ROCA						
									Carga Variable	Carga Constante			F-1	F-2	F-3	F-4	F-5		
0.00			ROCA	De 0.00 a 1.30 m. Tubo metropolitano compacto color rosado con tonos amarillentos. Permeabilidad Impermeable															
1.30			BLANDA	De 1.30 a 4.00 m. Arena suelta de grano grueso color gris oscuro. Permeabilidad: Finesable			SPT (3.00 - 3.15) N <sub>60</sub> R:50/10cm			1.839E-04 (4.2-5.0m)									
4.00			SM	De 4.00 a 8.00 m. Arena tobocosa suelta color gris. Permeabilidad: Semi permeable			SPT (6.00 - 6.30) N <sub>60</sub> 34 N <sub>60</sub> R:50/10cm												
8.00			SP	De 8.00 a 14.20 m. Arena suelta de grano medio a grueso color gris a beige, con 10% de grava media. Permeabilidad: Permeable			SPT (8.00 - 9.10) N <sub>60</sub> R:30/10cm												
14.20			GP-GW	De 14.20 a 17.00 m. Bloques y bolones centimétrico y milimétrico de andesitas color acastado de forma angulosa, en matriz de limos arenosos de color beige con tonos amarillentos compactos. Permeabilidad: Semi permeable a impermeable			SPT (12.00 - 12.15) N <sub>60</sub> R:36/8cm				5.197E-04 (14.1-15.0m)								
17.00			GP-GW	De 17.00 a 21.00 m. Cantos y gravas sueltas de andesitas de forma angulosa, en matriz arenosa limosa de color beige. Permeabilidad: Semi permeable			SPT (16.00 - 18.30) N <sub>60</sub> 48 N <sub>60</sub> R:23/25cm												
21.00				De 21.00 a 50.00 m. Bloques y bolones centimétrico de andesitas color acastado y marrón de forma angulosa, en matriz de arena limosa color beige con tonos amarillentos. Permeabilidad: Semi permeable a impermeable															
50.00				FIN DE SONDEO 50.00 m															
OBSERVACIONES													LEYENDA						
Hasta la profundidad perforada no se alcanzó el freático rocoso. Ni 29.60 m Aproximadamente																			

## Cantera C-1

Tabla 9. Ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena: cantera C-1.

Fuente: UNI (2011)

**OBJETIVO** : ESTUDIO GEOTÉCNICO  
**SOLICITANTE** : ASOCIACION CIVIL AYUDA DEL COBRE  
**PROYECTO** : ESTUDIO DE ING. BÁSICA DE LA PRESA CALLAZAS  
**UBICACION** : Candarave - Tacna  
**FECHA** : Octubre, 2009  
**CALICATA** : C-4- Cantera C-1  
**PROFUNDIDAD (m)** : 0.40 m

**Realizado** : C.T.P.  
**Revisado** : J.T.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº DE TARA (g)	-
PESO DE TARA (g)	-
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (g)	-
PESO DE TARA + SUELO SECO (g)	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-

MUESTRA Nº	
DENSIDAD DE ARENA EMPLEADA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36
PESO DEL FRASCO + EL CONO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO (gr)	6516
PESO DEL FRASCO + EL CONO CON ARENA SOBRANTE (gr)	2594
PESO DE ARENA DE ENSAYO	3922
PESO DE ARENA DEL CONO	1182
VOLUMEN DEL HOYO (cm <sup>3</sup> )	2015
PESO DE LA MUESTRA (gr)	3574
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	-
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	-

RESULTADOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	-

## Cantera C-1A

Tabla 10. Ensayos de caracterizaciones físicas: cantera C-1A. Fuente: UNI (2011)

ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS		
Informe	: LG09-420	Fecha : Octubre, 2009
Solicitante	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Proyecto	: Estudio de Factibilidad para el Proyecto de Regulación del Rio Callaza y Mejoramiento de la Infraestructura de Riego en la Provincia de Candarave	
Ubicación	: Candarave, Tacna	
Procedencia	: Cantera C - 1A	
Sondaje/Muestra	: T-01 // M-1	
Profundidad (m)	: 1.00	

Granulometría por tamizado; ASTM - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Paso (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
¾"	19.050	100.0
3/8"	9.525	93.5
Nº 4	4.750	85.8
Nº 10	2.000	69.7
Nº 20	0.850	56.4
Nº 40	0.425	44.5
Nº 60	0.250	33.7
Nº 140	0.106	15.3
Nº 200	0.075	11.4

Contenido de humedad; ASTM - D2216		
Humedad	(%)	7.5

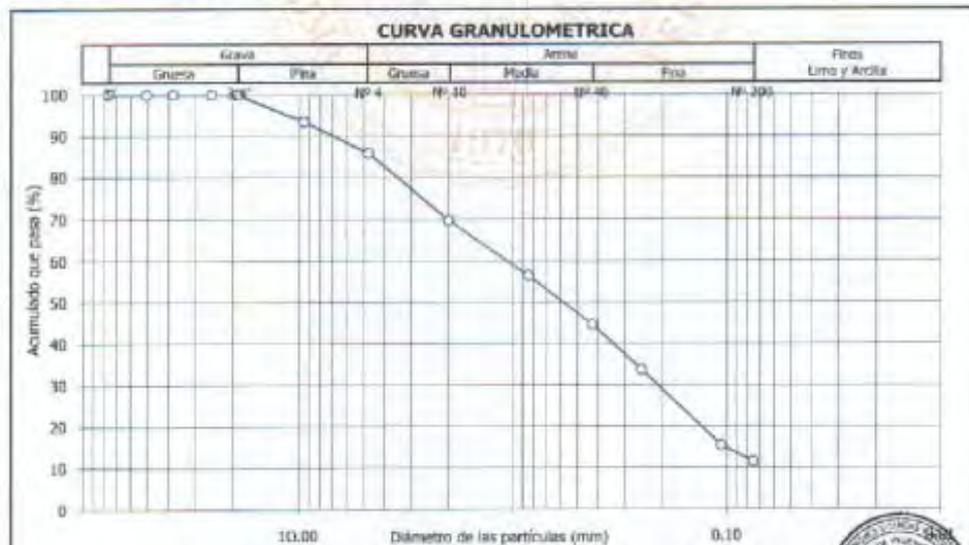
Límites de consistencia		
Límite Líquido	(%)	NP
Límite Plástico	(%)	NP
Índice de Plasticidad	(%)	NP
Límite de Contracción	(%)	—

Resultados de la granulometría por tamizado		
Coefficiente de Uniformidad (Cu)		—
Coefficiente de Curvatura (Cc)		—
Grava [ Nº 4 < φ < 3" ]	(%)	14.2
Arena [ Nº 200 < φ < Nº 4 ]	(%)	74.4
Finos [ φ < Nº 200 ]	(%)	11.4

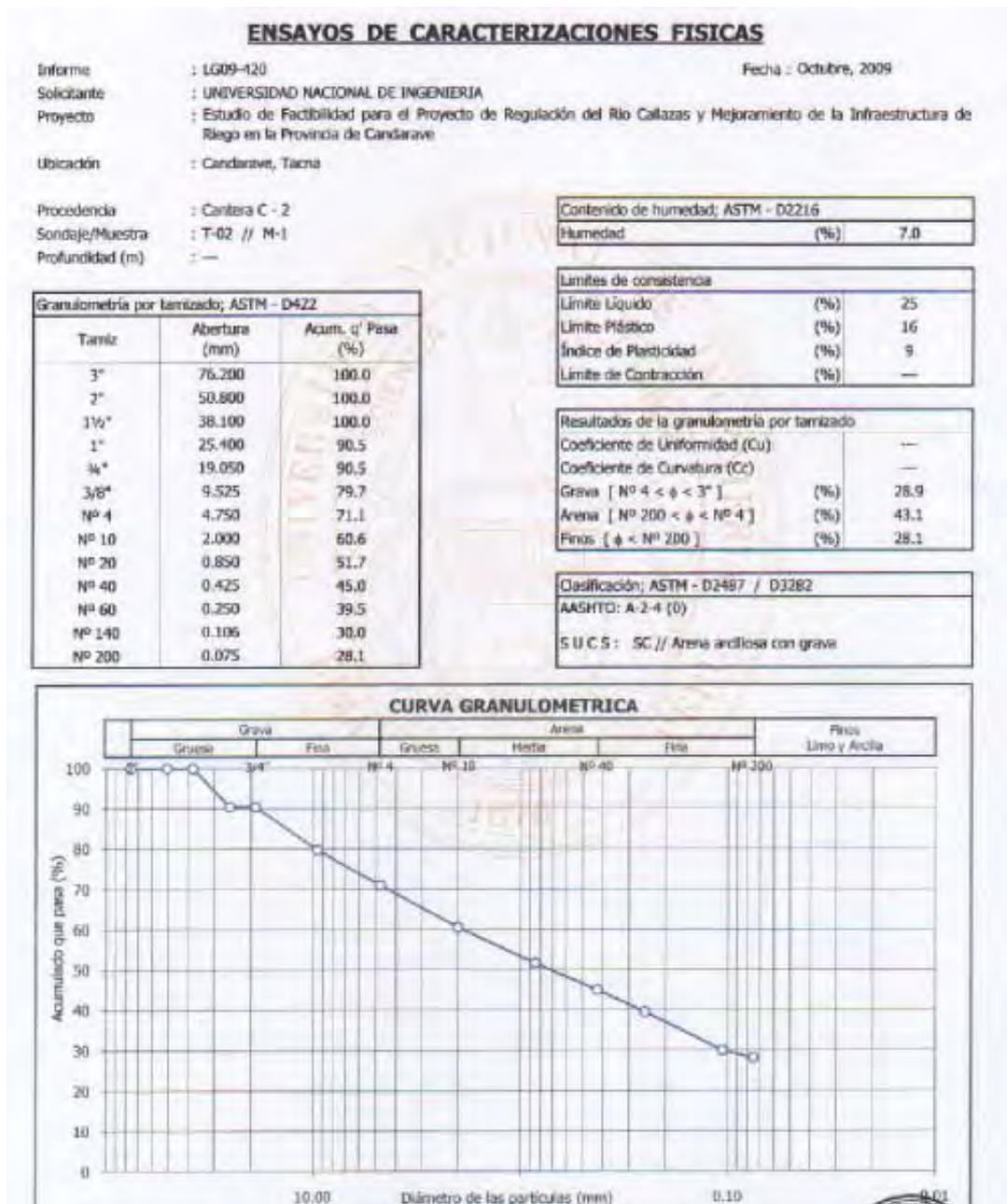
  

Clasificación; ASTM - D2487 / D3282	
AASHTO: A-1b (0)	
S U C S ; SP - SM // Arena mal gradada con limo	



## Cantera C-2

Tabla 11. Ensayos de caracterizaciones físicas: cantera C-2. Fuente: UNI (2011)



## Cantera C-4

Tabla 12. Ensayos de propiedades físicas y carga puntual: cantera C-2. Fuente: UNI (2011)

### ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS.

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM C 97 - 02

Los resultados son los siguientes:

Muestra	Diámetro (cm.)	Altura (cm.)	Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	Densidad Húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	Peso Específico Aparente (KN/m <sup>3</sup> )
M-1	3.74	3.10	2.61	2.62	0.90	0.15	25.59

### ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D 5731-02, obteniéndose los siguientes resultados:

Perforación	W (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	Carga (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)
M-1	60	40	55.28	15500	5.33	128.0
	55	40	52.93	14000	5.12	125.6
	55	45	56.14	15000	5.01	122.9
	67.5	30	50.78	13000	5.08	124.4
	45	40	47.87	12000	5.13	125.8
					<b>Promedio</b>	<b>125.3</b>

Nota:

- La empresa solicitante es responsable de la toma de muestra en campo.
- La información correspondiente a las muestras fue proporcionada por el cliente.



## Cantera C-5

Tabla 13. Ensayos de caracterizaciones físicas: cantera C-5, muestra 1. Fuente: UNI (2011)

### ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FÍSICAS

Informe	: LG09-420	Fecha	: Noviembre, 2009
Solicitante	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
Proyecto	: Estudio de Factibilidad para el Proyecto de Regulación del Río Callaza y Mejoramiento de la Infraestructura de Riego en la Provincia de Candarave		
Ubicación	: Candarave, Tacna		
Procedencia	: Cantera C - 5, Cairani		
Sondaje/Muestra	: C - 2 // M - 1		
Profundidad (m)	: 0.40		

Granulometría por tamizado; ASTM - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.050	100.0
3/8"	9.525	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 20	0.850	99.8
Nº 40	0.425	96.9
Nº 60	0.250	95.5
Nº 140	0.106	86.3
Nº 200	0.075	84.7

Contenido de humedad; ASTM - D2216		
Humedad	(%)	15.7

Límites de consistencia		
Límite Líquido	(%)	71
Límite Plástico	(%)	30
Índice de Plasticidad	(%)	41
Límite de Contracción	(%)	—

Resultados de la granulometría por tamizado		
Coefficiente de Uniformidad (Cu)		—
Coefficiente de Curvatura (Cc)		—
Grava [ Nº 4 < φ < 3" ]	(%)	0.0
Arena [ Nº 200 < φ < Nº 4 ]	(%)	15.3
Finos [ φ < Nº 200 ]	(%)	84.7

Clasificación; ASTM - D2487 / D3282		
AASHTO: A-7-6 (39)		
S U C S : OH // Arcilla gruesa con arena		

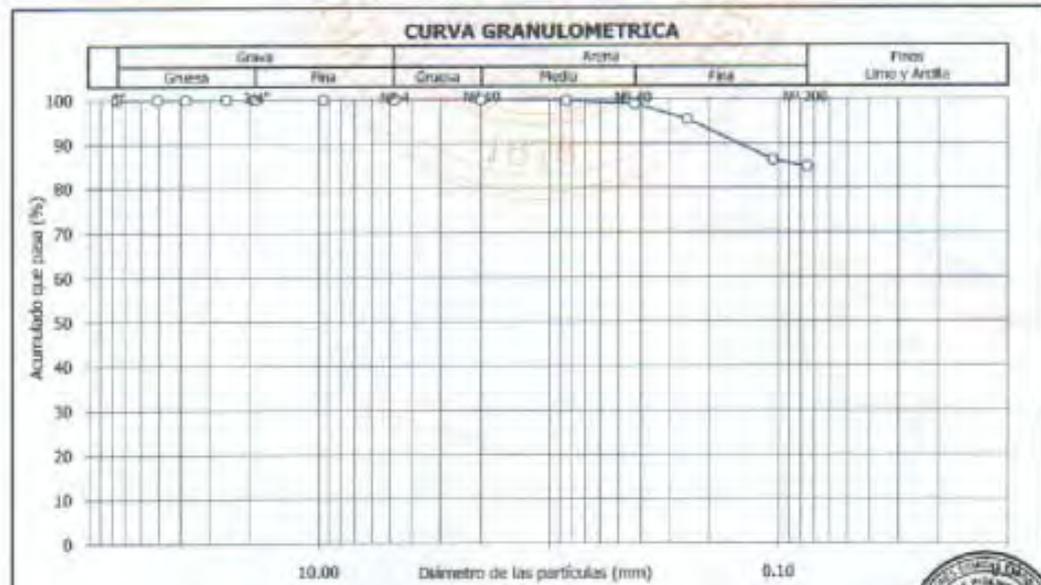
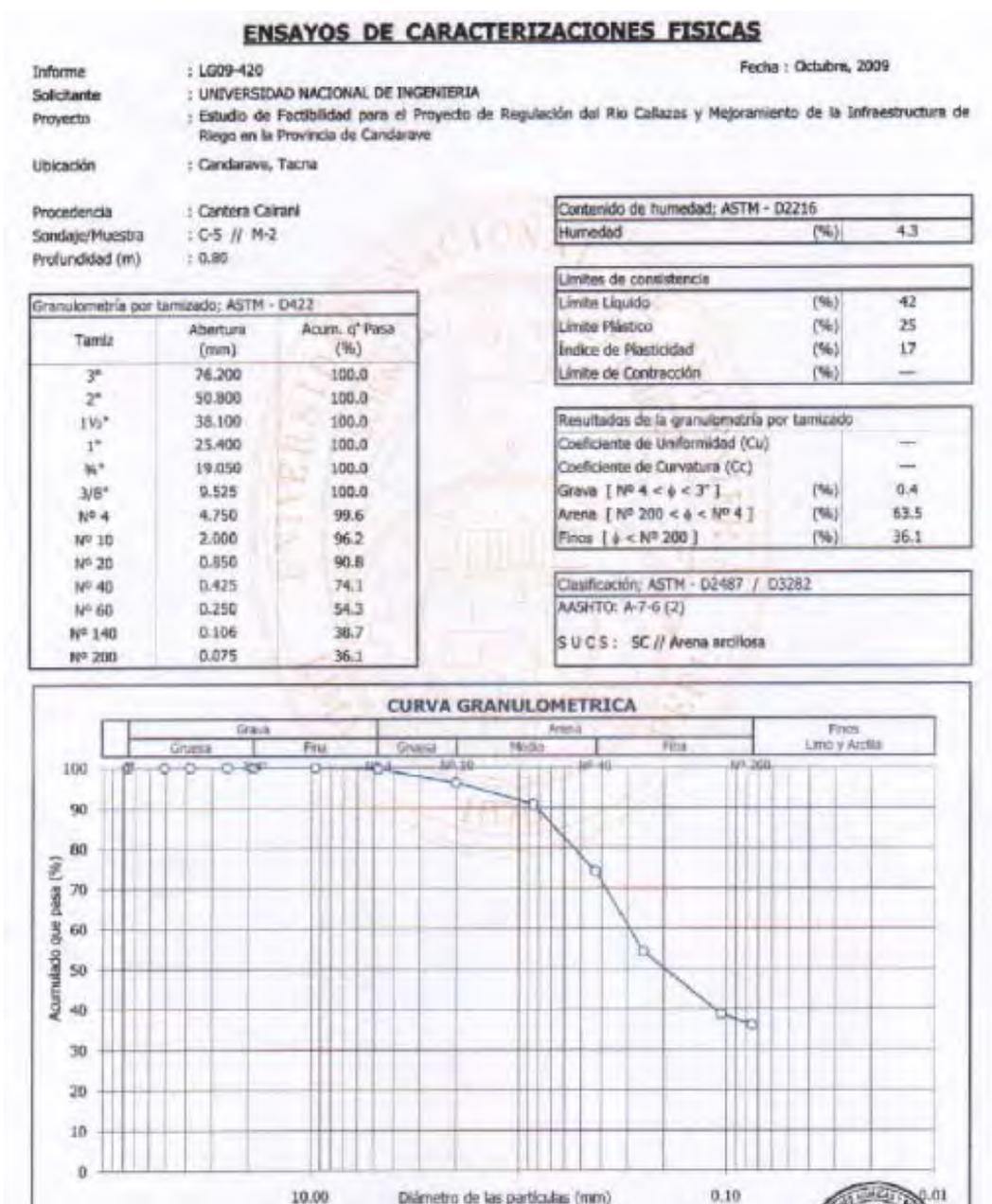


Tabla 14. Ensayos de caracterizaciones físicas: cantera C-5, muestra 2. Fuente: UNI (2011)



## Cantera C-5A

Tabla 15. Ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena: cantera C-5A, trinchera T-1. Fuente: UNI (2011)

<b>OBJETIVO</b>	: ESTUDIO GEOTECNICO
<b>SOLICITANTE</b>	: ASOCIACION CIVIL AYUDA DEL COBRE
<b>PROYECTO</b>	: ESTUDIO DE ING. BÁSICA DE LA PRESA CALLAZAS
<b>UBICACION</b>	: Candarave - Tacna
<b>FECHA</b>	: Octubre, 2009
<b>TRINCHERA</b>	: T-1- Cantera C-5A
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	: 0.40 m

<b>Realizado</b>	: C.T.P.
<b>Revisado</b>	: J.T.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº DE TARA (g)	-
PESO DE TARA (g)	-
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (g)	-
PESO DE TARA + SUELO SECO (g)	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.10

MUESTRA Nº	
DENSIDAD DE ARENA EMPLEADA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36
PESO DEL FRASCO + EL CONO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO (gr)	6818
PESO DEL FRASCO + EL CONO CON ARENA SOBRANTE (gr)	3416
PESO DE ARENA DE ENSAYO	3402
PESO DE ARENA DEL CONO	1182
VOLUMEN DEL HOYO (cm <sup>3</sup> )	1632
PESO DE LA MUESTRA (gr)	2400
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	12.10
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.29

RESULTADOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.10
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.47
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.29

Tabla 16. Ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena: cantera C-5A, calicata C-04. Fuente: UNI (2011)

**OBJETIVO** : ESTUDIO GEOTÉCNICO  
**SOLICITANTE** : ASOCIACION CIVIL AYUDA DEL COBRE  
**PROYECTO** : ESTUDIO DE ING. BÁSICA DE LA PRESA CALLAZAS  
**UBICACION** : Candarave - Tacna  
**FECHA** : Octubre, 2009  
**CALICATA** : C-04- Cantera C-5A  
**PROFUNDIDAD (m)** : 0.80 m

**Realizado** : C.T.P.  
**Revisado** : J.T.C.

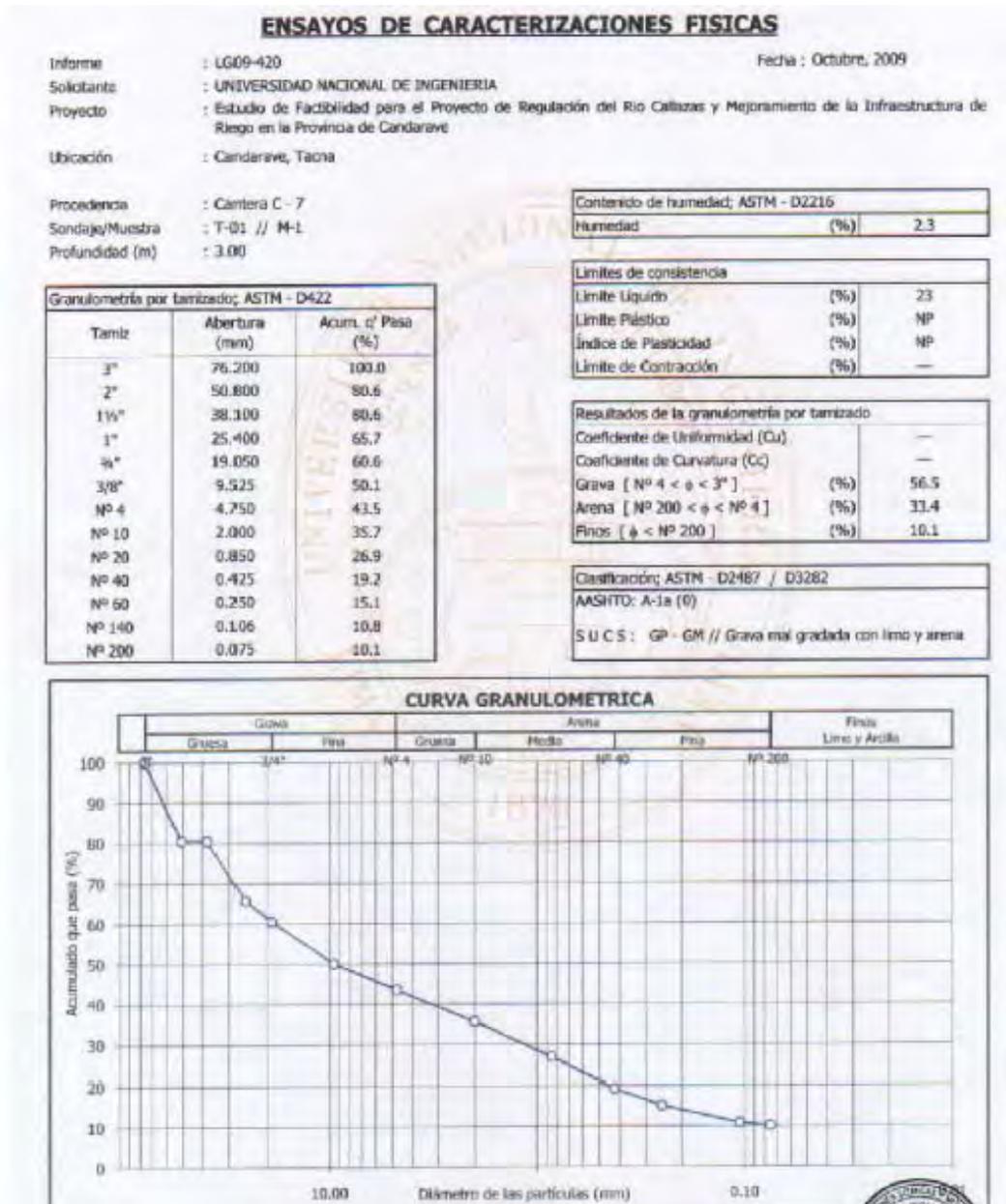
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº DE TARA (g)	-
PESO DE TARA (g)	-
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (g)	-
PESO DE TARA + SUELO SECO (g)	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.20

MUESTRA Nº	
DENSIDAD DE ARENA EMPLEADA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36
PESO DEL FRASCO + EL CONO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO (gr)	6582
PESO DEL FRASCO + EL CONO CON ARENA SOBRANTE (gr)	3370
PESO DE ARENA DE ENSAYO	3212
PESO DE ARENA DEL CONO	1182
VOLUMEN DEL HOYO (cm <sup>3</sup> )	1493
PESO DE LA MUESTRA (gr)	2312
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.55
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	11.20
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37

RESULTADOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.20
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.55
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37

## Cantera C-7

Tabla 17. Ensayos de caracterizaciones físicas: cantera C-7. Fuente: UNI (2011)



## Cantera Turun-Turun

Tabla 18. Ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena: cantera TurunTurun. Fuente: UNI (2011)

<b>OBJETIVO</b>	: ESTUDIO GEOTÉCNICO
<b>SOLICITANTE</b>	: ASOCIACION CIVIL AYUDA DEL COBRE
<b>PROYECTO</b>	: ESTUDIO DE ING. BÁSICA DE LA PRESA CALLAZAS
<b>UBICACION</b>	: Candarave - Tacna
<b>FECHA</b>	: Octubre, 2009
<b>CALICATA</b>	: C-1- Cantera TURUN TURUN
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	: 0.70 m

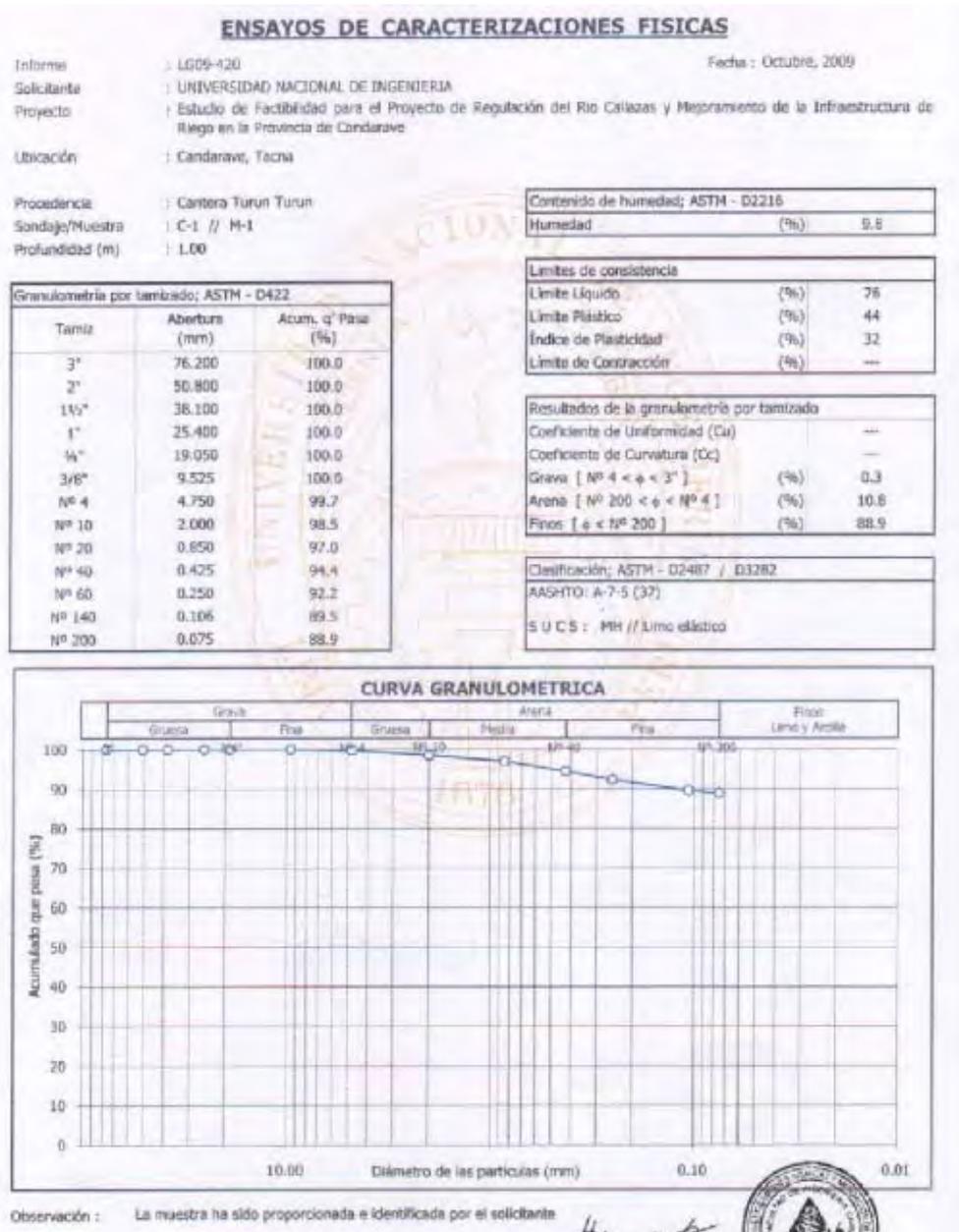
<b>Realizado</b>	: C.T.P.
<b>Revisado</b>	: J.T.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº DE TARA (g)	-
PESO DE TARA (g)	-
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (g)	-
PESO DE TARA + SUELO SECO (g)	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.00

MUESTRA Nº	
DENSIDAD DE ARENA EMPLEADA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36
PESO DEL FRASCO + EL CONO ANTES DE EMPEZAR EL ENSAYO (gr)	6890
PESO DEL FRASCO + EL CONO CON ARENA SOBRANTE (gr)	3430
PESO DE ARENA DE ENSAYO	3460
PESO DE ARENA DEL CONO	1182
VOLUMEN DEL HOYO (cm <sup>3</sup> )	1675
PESO DE LA MUESTRA (gr)	2610
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.56
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	12.00
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37

RESULTADOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.56
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37

Tabla 19. Ensayos de caracterizaciones físicas: cantera TurunTurun. Fuente: UNI (2011)



## RESUMEN DE PROPIEDADES DE CANTERAS

Tabla 20. Resumen de Pruebas de Densidad de Campo de 2009. Fuente: UNI (2011)

Pruebas de Densidad de campo			
Cantera	Identificación	Prof. de Prueba(m)	Densidad Natural(gr/cm <sup>3</sup> )
Turun Turun	Calicata C-1	0.7	1.56
C-1	Calicata C-4	0.4	1.77
C-5A	Trinchera T-1	0.4	1.47
C-5A	Calicata C-4	0.8	1.55

Tabla 21. Resumen de Pruebas de Densidad de Campo de 2010. Fuente: UNI (2011)

Zona	Calicata	Pruebas de Densidad de campo		
		Identificación	Prof. de Prueba(m)	Densidad Natural(gr/cm <sup>3</sup> )
Canal	C-1	D-1	0.15	1.44
	C-2	D-2	0.15	1.58
	C-3	D-3	0.15	1.61
	C-4	D-4	0.15	1.46
	C-5	D-5	0.20	1.60
	C-6	D-6	0.40	1.69
Presas MD	T-11		0.6	1.42

Tabla 22. Resumen de los Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos. Fuente: UNI (2011)

Zona	Calicata	Prof. (m)	Muestra	Ensayos Estándar									
				SUCS	AASHTO	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	G (%)	A (%)	F (%)	
Canteras	C-1	C-01	1.0	M-1	SP-SM	A-1b(0)	1.3	NP	NP	NP	31.2	61.7	7
			1.5	M-1	SP-SM	A-1b(0)	2	NP	NP	NP	32.4	60.2	7.4
	C-1A	T-01	1.0	M-1	SP-SM	A-1b(0)	7.5	NP	NP	NP	14.2	74.4	11.4
			1.5	M-1	SP	A-1b(0)	2.2	NP	NP	NP	3.9	94.3	1.8
	C-2	T-02	---	M-1	SC	A-2-4(0)	7	25	16	9	28.9	43.1	28.1
			1.5	M-1	SC	A-2-6(0)	3.0	35	17	18	32	40.2	27.9
	C-5A	C-2	0.4	M-1	CH	A-7-6(39)	15.7	71	30	41	0	15.3	84.7
	C-5B	C-05	0.4	M-1	MH	A-7-5(25)	12.1	65	43	22	0.6	14	85.4
		C-05	0.8	M-2	SC	A-7-6(4)	11.2	42	25	17	1.8	53.8	44.4
	C-7	T-01	3.0	M-1	GP-GM	A-1a(0)	2.3	23	NP	NP	56.5	33.4	10.1
	Turun Turun	C-01	1.0	M-1	MH	A-7-5(36)	28.6	76	44	32	2.2	10.4	87.4
			1.5	M-1	MH	A-7-5(36)	28.6	73	38	35	0.7	13.6	85.7
	Mezcla	C-2	0.4	M-2	MH	A-7-5(26)	---	62	33	29	0	21.1	78.9
Turun Turun/ (C-1)		1.0	M-1										

Tabla 23. Resultados de los Ensayos Especiales de Roca. Fuente: UNI (2011)

Zona	Muestra	Ensayo de Abrasión ASTM C 535	Propiedades Físicas			Carga Puntual		
		Desgaste (%)	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	I <sub>s(50)</sub> (Mpa)	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)	
Cantera	C-4	Roca	16.5	2.61	0.90	0.35	5.14	125.3

Tabla 24. Resultados de las Canteras en 2009. Fuente: UNI (2011)

Cantera	Material	Cantidad ( m3)	Distancia a La Presa (km)	Numero de Calicatas	Numero de Trincheras	Clasificación SUCS
Cantera C-1	Arena	1765,088	8.60	10	-	SP-SM
Cantera C-1A	Arena	557,180	4.80	5	3	SP-SM
Cantera C- 2	Afirmado	382,724	6.20	-	3	SC
Cantera C- 2A	Afirmado	267,102	7.40	-	3	SC
Cantera C- 4	Roca	655,530	26.80	-	3	-
Cantera C-5A	Arcilla	104,400	28.20	7	1	CH / SC
	Arena Arcillosa					
Cantera C-5B	Arcilla	104,400	28.20	5	-	CH / SC
	Arena Arcillosa					
Cantera C- 7	Grava	526,872	12.3	-	3	GP-GM
Cantera Turun Turun	Limo	129,604	26.3	12	-	MH
Cantera de Roca	Roca	82,572	34.10	-	-	-
Cantera de Arciota	Arena	10,000	54.20	-	-	-
	Piedra	10,000	59.00	-	-	-

Tabla 25. Resultados de los Ensayos Especiales de Mecánica de Suelos en 2010. Fuente: UNI (2011)

Zona	Calicata	Muestra	Prof. (m)	SUCS	Sedimentación			PIN HOLE	Ensayo Triaxial UU		Ensayo Triaxial CD		Ensayo Triaxial CU				Ensayo Consolidación			Proctor Modificado		CBR		K mseg	Densidad g/cm <sup>3</sup>		Durabilidad con Sulfato de Magnesio Perdida (%)
					0.075	0.005	0.001		c	σ	φ	c	σ	φ	c	σ	φ	P <sub>c</sub>	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	O.C.H %	M.D.S g/cm <sup>3</sup>	0.1" de penetración		100% MDS	95% MDS	
Cantera	C-1	M-1	1.5	SP-SM	7.4	4.2	0	-	0.4	42	-	-	-	-	-	-	-	10.6	1.906	-	-	1.2E-04	-	-	3.601		
	C-1A	M-1	1.5	SP	1.8	1.2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.59	1.34	-		
	C-2	T-02	M-1	-	SC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1	1.99	15.3	14.55	-	-	-	-	-	
		-	M-1	1.5	SC	27.9	15.4	8.8	-	0.6	39	34.1	0	35.3	0.3	30	-	10.6	1.975	-	-	-	-	-	-	-	
	C-5B	C-05	M-1	0.4	MH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.7	1.39	-	-	-	-	-	-	-	
		C-05	M-2	0.8	SC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	1.61	-	-	-	-	-	-	-	
	C-7	T-01	M-1	3.0	GP-GM	-	-	-	-	0.17	18	-	1.25	41.7	0	44.4	1.66	0.004	9.6	2.06	-	-	5.5E-07	-	-	8.247	
		C-01	M-1	1.00	MH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.8	1.37	-	-	-	-	-	-	-	
	Turun Turun	-	M-1	1.5	MH	85.4	36.3	0	NDI	0.35	17.5	-	0.19	9.6	0.22	6	2.66	0.189	27.8	1.465	-	-	2.47E-08	-	-	-	-
	Mezcla	C-05/	M-2/	0.8/1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		C-01	M-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.6	1.62	-	-	-	-	-	-	-	



## **ANEXO 3: DATOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS**

## PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS

Tabla 26. Parámetros climatológicos en la Estación CO Candarave. Fuente: UNI (2011).

PARAMETRO	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MEDIA (°C)	1964-2008	10.4	10.3	10.3	10.3	9.5	8.6	8.4	9.1	9.6	10.2	10.4	10.6
TEMPERATURA MINIMA (°C)	1964-2008	4.8	4.9	4.7	3.8	3.0	2.2	1.9	2.6	2.8	3.2	3.5	4.1
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	1964-2008	15.9	15.6	15.8	16.3	15.7	14.8	14.6	15.4	16.0	16.7	16.8	16.7
HUMEDAD RELATIVA (%)	1964-2008	72.0	74.8	71.2	60.1	53.0	48.7	46.9	47.9	47.8	48.6	52.4	58.4
VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)	1975-2008	1.9	1.8	1.6	1.8	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
HORAS DE SOL (hrs)	1964-2009	10.3	9.6	10.5	11.7	11.6	11.6	11.8	12.1	12.4	12.6	12.7	11.8
EVAPORACIÓN TOTAL (mm)	1972-2003	83.8	71.2	90.6	119.1	153.4	145.3	136.5	143.4	144.2	165.7	148.3	118.7

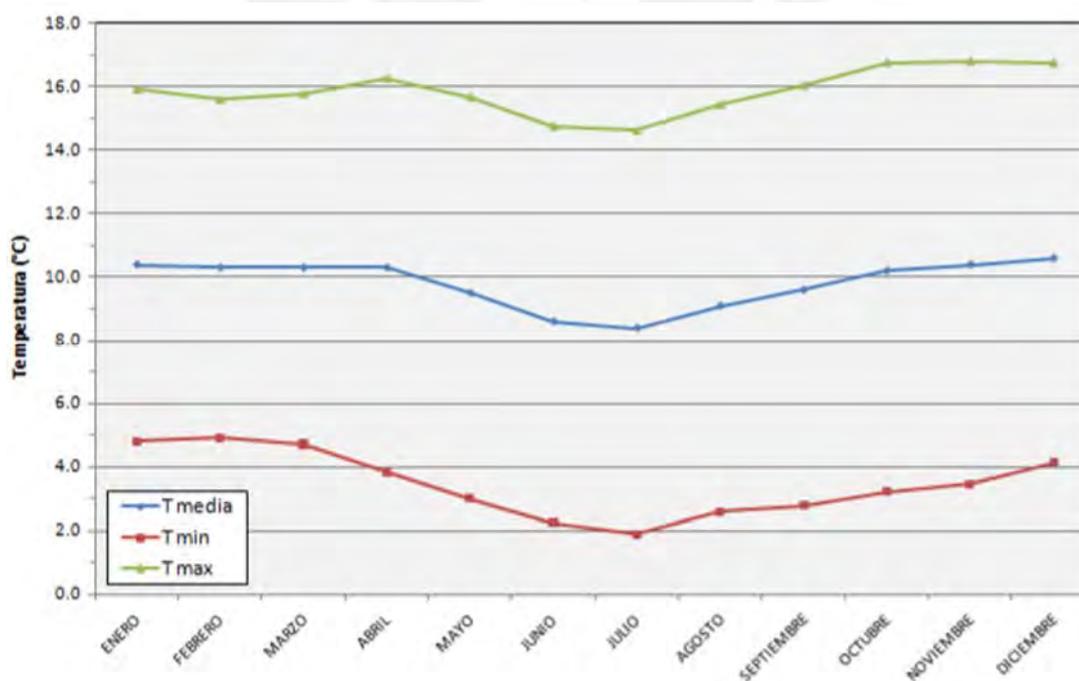


Figura 3. Temperaturas media, mínima y máxima en la zona de la presa Callazas. Fuente: UNI (2011).

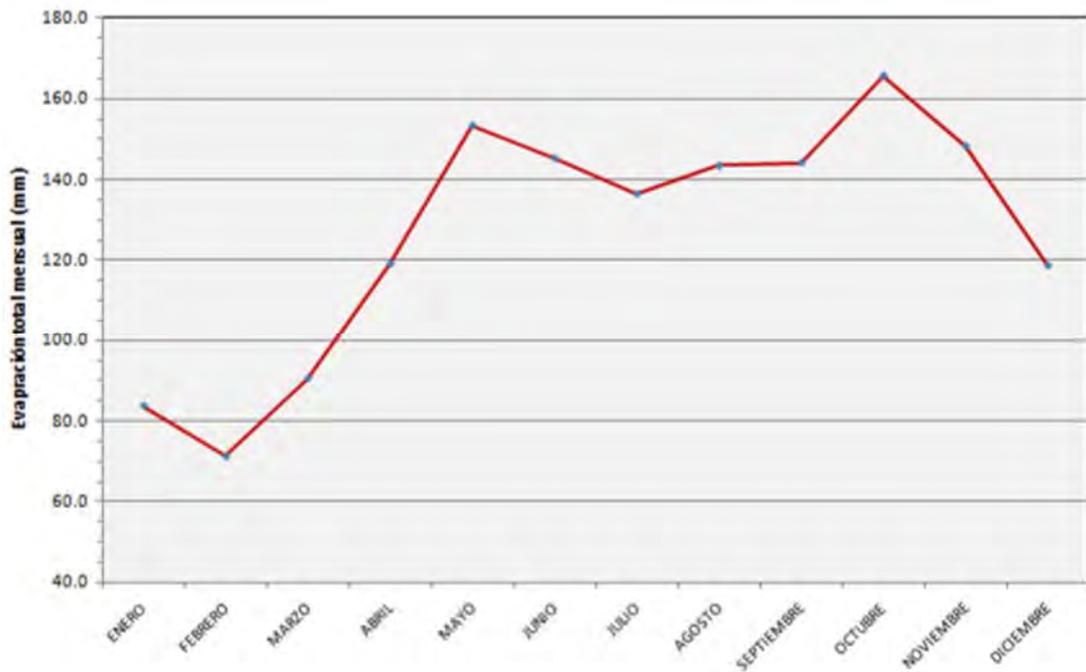


Figura 4. Variación de la evaporación total mensual según el mes del año. Fuente: UNI (2011).

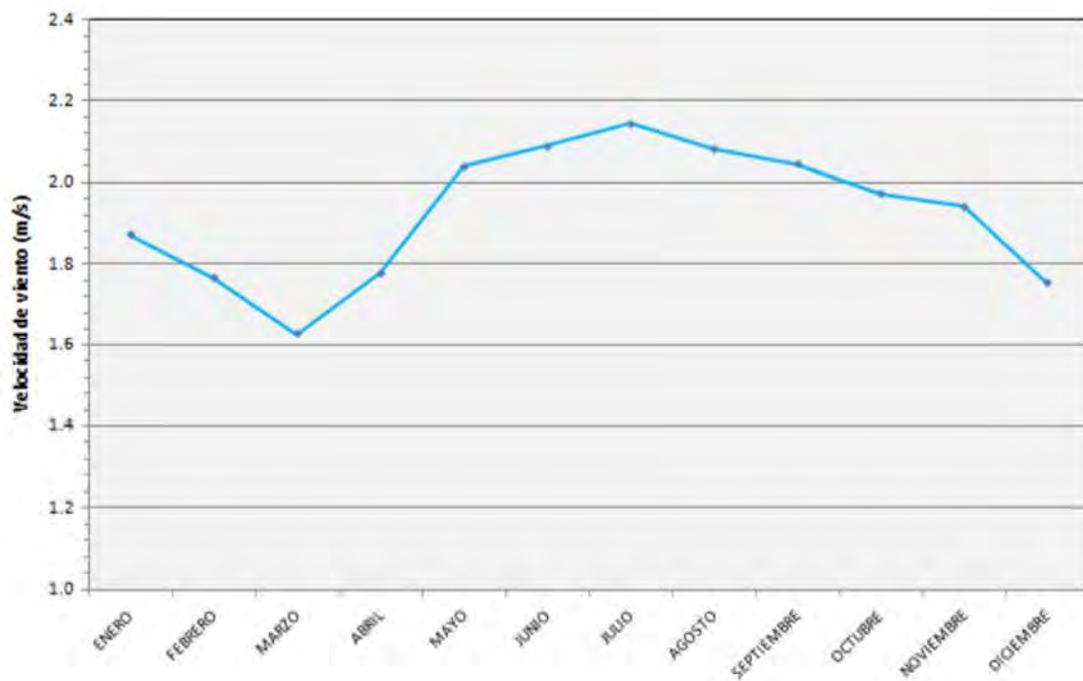


Figura 5. Velocidad del viento promedio según el mes del año. Fuente: UNI (2011).

Tabla 27. Velocidad de viento promedio según mes del año. Fuente: UNI (2011).

VELOCIDAD DE VIENTO (M/S)														
Código de Estación	: 19101182											Longitud	: 70° 15'	
Nombre de Estación	: Candarave											Reg.	: Tacna	
Categ. de Estación	: CO											Prov.	: Candarave	
Cuenca	: Locumba											Dist.	: Candarave	
													Fuente	: SENAMHI
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.	
1975	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.6	
1976	2.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.2	
1977	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.6	
1978	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	
1979	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.7	
1980	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	
1981	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
1982	1.7	1.3	1.6	1.9	2.3	2.4	1.0	1.0	1.0	2.0	2.3	1.0	1.6	
1983	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.1	
1984	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
1985	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
1986	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
1987	1.0	1.2	0.6	1.0	1.4	1.1	1.6	2.1	2.3	1.7	2.1	2.4	1.5	
1988	1.9	1.9	1.5	1.7	2.3	2.4	2.0	1.5	1.9	1.8	1.6	1.4	1.8	
1989	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	1.1	0.8	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.3	
1990	1.7	1.7	1.6	1.4	1.5	1.7	0.9	1.6	1.9	1.9	1.6	1.8	1.6	
1991	1.3	1.3	1.2	1.4	1.2		1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	
1992	1.1	1.1	1.4	1.1		1.5	1.7	1.7	2.0	2.0	1.3	1.2	1.5	
1993	1.0	1.0	1.4	1.4	1.7	1.8	1.6	1.5	1.6	1.7	1.5	1.3	1.5	
1994	0.9	0.9	1.3	1.3	1.3	2.1	1.6	1.5	2.1	1.7	1.5	1.6	1.5	
1995	1.5	1.5	1.0	1.0	1.3	1.7	1.9	1.5	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	
1996	1.4	1.4	1.4	1.1	1.5	1.4	1.6	2.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.4	
1997	0.6	0.6	1.1	1.4	1.3	1.4	3.0	3.4	2.6	2.6	2.3	2.2	1.9	
1998	2.4	2.4	2.1	2.4	2.8	3.0	2.7	3.2	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	
1999	2.8	2.8	2.4	2.6	2.9	3.2	3.7	3.3	3.1	2.9	2.9	3.0	3.0	
2000	2.6	2.6	2.4	3.0	2.8	2.8	3.0	3.0	2.9	3.1	2.8	2.9	2.8	
2001	2.9	2.9	2.7	3.0	3.0	3.0	2.0	2.2	2.1	1.9	1.7	1.4	2.4	
2002	2.1	2.1	1.9	2.0	2.7	1.9	3.6	2.6	2.3	2.8	2.9	2.7	2.5	
2003	2.7	2.7	2.7	2.5	2.7	2.8	3.4	3.1	3.6	3.1	3.4	3.1	3.0	
2004	3.1	3.1	3.0	3.0	2.7	3.0	3.2	2.8	2.8	2.6	2.8	2.5	2.9	
2005	3.0	3.0	2.8	2.6	2.8	3.0	3.4	3.0	3.0	2.9	2.7	2.9	2.9	
2006	3.1	3.1	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.3	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	
2007	2.8	2.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	
2008	3.0	3.0	0.6	0.7	0.7	0.8	1.2	1.1	0.9	0.9	0.9	0.6	1.2	
<b>Prom.</b>	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>	<b>1.9</b>	<b>2.0</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.0</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>1.8</b>	<b>1.9</b>	
D. Std	0.78	0.81	0.69	0.74	0.88	0.92	1.06	0.95	0.88	0.79	0.86	0.78	0.8	
Máx.	3.1	3.1	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.1	4.0	3.1	3.5	
Min	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.6	0.8	

## PARÁMETROS HIDROLÓGICOS

Tabla 28. Precipitación total mensual en la estación de Suches. Fuente: UNI (2011)

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (MM)													
Código de Estación	: 19101182											Longitud	: 70° 15'
Nombre de Estación	: Suches											Latitud	: 17° 16'
Categ. de Estación	: CO											Altitud	: 3 415 m.s.n.m.
Cuenca	: Locumba											Reg.	: Tacna
												Prov.	: Candarave
												Dist.	: Candarave
												Fuente	: SENASPPC
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1954	152.0	159.0	97.6	41.7	1.9	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	58.4	72.1	587.7
1955		82.9	8.0	0.3	0.0	0.0	0.0	3.5	4.5	2.2	30.0	33.3	164.7
1957	34.7	45.1	106.0	7.9	0.8	10.8	0.0	0.0	1.1	0.0	4.3	83.9	294.6
1958	83.6	73.9	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	6.2	18.7	15.2	251.9
1959	45.1	91.4	86.1	79.0	4.3	2.6	0.0	4.7	2.9	0.0	4.3	122.9	443.3
1960	137.9	48.0	11.4	26.2	0.0	0.0	0.0	3.3	10.8	4.2	32.3	40.3	314.4
1961	116.0	106.0	74.7	7.0	12.0	0.0	0.0	7.0	17.2	12.6	69.1	107.0	528.6
1962	79.7	100.0	73.5	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.0	47.8	414.1
1963	86.5	142.0	111.5	51.6	8.2	0.0	3.0	2.5	17.0	9.0	17.0	54.5	502.8
1964	64.3	96.0	51.4	21.2	6.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	18.7	76.3	338.4
1965	38.3	102.5	30.5	6.5	1.0	0.0	0.0	2.0	11.1	0.0	1.3	33.4	226.6
1966	10.5	75.4	45.8	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	23.5	64.5	281.6
1967	63.3	119.4	80.0	21.0	1.8	0.0	5.6	0.0	12.7	16.5	2.0	48.2	370.5
1968	144.0	69.8	151.9	5.0	11.0	14.2	1.0	0.0	0.0	21.6	65.1	31.4	515.0
1969	104.2	96.6	64.5	9.5	0.0	0.0	0.0	3.0	13.0	1.0	12.2	75.3	379.3
1970	150.4	51.9	56.6	5.3	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	42.6	319.8
1971	96.3	115.4	62.3	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	64.8	378.1
1972	176.0	97.3	121.4	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	27.8	1.2	62.7	512.5
1973	138.0	125.5	87.4	42.4	0.0	0.0	0.0	7.5	7.2	2.0	3.2	22.7	435.9
1974	188.1	128.2	25.8	32.7	0.0	0.0	0.0	45.0	4.5	0.0	11.5	41.5	477.3
1975	97.3	138.7	67.1	8.5	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	115.8	432.9
1976	154.0	69.5	79.5	13.5	3.0	0.0	0.0	1.0	18.5	0.0	0.0	57.5	396.5
1977	71.6	158.0	97.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	7.1	49.1	40.8	435.3
1978	206.6	19.5	58.7	26.5	0.0	0.0	1.5	0.5	0.0	1.5	55.5	20.1	390.4
1979	63.4	28.0	82.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	1.5	17.2	21.5	74.3	297.9
1980	17.3	46.0	92.9	4.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	66.0	9.0	39.6	276.0
1981	83.0	148.5	41.5	38.0	0.0	0.0	0.0	15.0	2.0	0.0	10.7	62.5	401.2
1982	107.8	51.8	40.8	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	33.0	6.3	21.9	311.1
1983	21.7	35.9	18.2	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	55.5	145.7
1984	113.7	125.7	121.5	15.1	1.0	13.4	0.0	4.4	0.0	63.8	110.4	33.1	602.1
1985	37.9	195.2	83.8	36.9	6.1	2.8	0.0	1.2	6.8	0.0	73.1	69.2	513.0
1986	149.0	153.2	65.3	19.6	2.4	0.0	9.9	2.7	0.0	0.0	6.2	125.0	533.3
1987	185.7	53.5	18.0	0.0	0.0	5.2	19.0	0.0	0.0	11.6	12.6	14.9	320.5
1988	148.3	18.4	73.4	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	46.4	329.9
1989	218.5	110.8	73.6	22.4	0.0	3.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	434.1
1990	67.7	17.1	44.1	20.2	4.6	56.2	0.0	0.0	0.0	18.1	64.7	101.9	394.6
1991	130.0	62.5	82.9	20.9	0.0	26.7	0.0	0.0	0.0	18.8	23.4	19.2	384.4
1992	38.3	12.7	0.4	0.0	0.0	2.2	0.0	1.7	0.0	11.1	20.7	59.6	146.7
1993	128.7	40.0	71.7	9.0	0.2	3.1	0.2	19.4	1.1	13.1	17.7	75.4	379.6
1994	126.9	144.2	29.9	42.1	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	48.1	400.9
1995	74.7	22.3	112.6	25.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	10.3	6.9	53.0	306.2
1996	73.6	128.5	71.6	25.5	4.2	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	25.2	58.6	392.1
1997	158.7	195.5	76.6	18.6	14.6	0.0	0.0	17.6	28.8	2.1	10.9	48.0	571.4
1998	192.5	60.0	19.4	1.5	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.5	42.7	48.0	369.1
1999	42.6	235.9	143.2	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	6.1	0.0	29.1	500.4
2000	115.2	131.0	57.0	18.9	5.4	0.5	0.1	0.0	0.0	12.8	6.0	38.0	384.9
2001	102.4	172.6	104.5	35.4	0.5	2.2	0.4	4.5	1.7	9.9	7.7	22.7	464.5
<b>Prom.</b>	<b>104.4</b>	<b>96.5</b>	<b>70.0</b>	<b>20.3</b>	<b>3.0</b>	<b>3.2</b>	<b>0.9</b>	<b>3.5</b>	<b>4.9</b>	<b>9.4</b>	<b>22.9</b>	<b>53.7</b>	<b>32.7</b>
D. Std	53.2	53.2	35.8	17.1	6.2	9.3	3.2	7.7	7.2	14.5	26.8	28.4	21.9
Máx.	218.5	235.9	151.9	79.0	37.5	56.2	19.0	45.0	28.8	66.0	110.4	125.0	97.8
Mín	10.5	12.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.3

Tabla 29. Precipitación total mensual en la estación de Tacalaya. Fuente: UNI (2011).

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (MM)													
Código de Estación	: 19101182												
Nombre de Estación	: Tacalaya												
Categ. de Estación	: CO												
Cuenca	: Locumba												
	Reg. : Tacna						Longitud : 70° 15'						
	Prov. : Candarave						Latitud : 17° 16'						
	Dist. : Candarave						Altitud : 3 415 m.s.n.m.						
	Fuente : SENASPPC												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1952	252.4	128.8	91.6	0.6	0.0	14.2	5.8	0.0	13.1	0.0	2.7	40.3	549.5
1953	159.2	163.4	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	57.3	38.2	437.0
1954	117.7	189.7	105.7	37.7	1.9	0.0	0.0	0.0	54.0	0.0	44.6	52.4	603.7
1955	177.6	198.1	140.5	2.2	8.2	8.7	2.8	0.0	4.1	8.0	6.8	90.1	647.1
1956	53.0	123.2	7.5	0.5	0.0	0.0	0.0	7.2	1.3	0.0	26.7	6.0	225.4
1957	34.5	91.2	92.6	5.7	0.0	8.8	0.0	0.0	1.4	9.0	3.5	109.3	356.0
1958	98.0	89.5	94.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	7.7	5.7	10.2	310.2
1959	23.5	162.1	69.8	38.9	3.4	1.8	0.0	0.0	2.5	0.6	3.1	156.8	462.5
1960	178.5	45.2	10.5	16.5	0.0	0.0	0.0	5.5	14.9	7.4	21.7	40.2	340.4
1961	172.3	163.0	84.7	4.7	19.5	0.0	0.0	2.5	15.7	15.0	89.4	99.1	665.9
1962	130.1	153.8	76.5	47.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	69.0	43.8	523.2
1963	140.9	174.1	152.2	51.7	13.7	0.0	0.0	0.0	34.1	7.5	26.1	64.7	665.0
1964	98.1	97.4	68.8	25.1	0.4	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	23.1	104.7	425.1
1965	46.8	107.0	48.3	14.5	0.0	0.0	0.0	3.1	31.3	0.0	2.5	31.5	285.0
1966	2.1	114.0	56.1	0.0	41.0	0.0	0.0	7.0	0.0	36.6	36.0	38.8	331.6
1967	99.4	125.9	153.9	58.1	3.0	0.0	6.7	0.0	2.5	21.3	17.5	71.4	559.7
1968	136.0	141.1	201.0	10.7	6.5	6.1	0.0	0.0	0.0	23.4	50.8	26.7	602.3
1969	138.0	92.5	137.9	8.8	0.0	0.0	0.0	2.1	22.9	0.0	6.6	98.9	507.7
1970	115.4	87.4	137.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	0.0	61.8	420.2
1971	133.7	167.0	39.7	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	39.7	97.9	494.9
1972	241.8	176.8	131.7	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	31.8	1.5	100.9	700.2
1973	244.7	225.3	86.0	38.2	0.0	0.0	0.0	4.8	12.7	4.0	0.0	14.2	629.9
1974	236.0	157.2	33.4	23.8	0.0	2.6	0.0	50.7	5.5	0.0	7.4	45.9	562.5
1975	155.9	160.3	108.8	3.0	2.5	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	109.5	543.3
1976	185.1	110.8	46.1	17.8	6.2	0.0	0.0	3.5	27.5	0.0	0.0	63.9	460.9
1977	59.2	128.4	77.1	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	11.9	29.7	52.9	367.5
1978	193.8	23.5	44.3	43.5	0.0	0.0	2.5	4.0	0.0	2.0	24.0	23.8	361.4
1979	92.5	23.9	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	9.4	7.8	74.3	355.5
1980	49.4	53.1	123.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	2.0	56.0	2.4	20.4	308.3
1981	96.3	192.7	44.5	63.1	0.0	0.0	0.0	26.3	2.5	0.0	13.4	65.3	504.1
1982	93.1	57.4	59.5	37.4	1.5	0.0	0.0	0.0	20.5	50.3	8.5	23.5	351.7
1983	24.5	21.8	15.0	11.5	2.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	27.6	111.4
1984	150.9	196.8	131.4	8.0	0.0	6.2	0.0	4.0	0.0	53.1	74.5	32.7	657.6
1985	47.8	291.7	120.4	42.4	5.6	1.8	0.0	1.5	1.5	0.0	76.8	146.9	736.4
1986	163.8	98.7	100.8	49.0	1.5	0.0	4.0	2.2	0.0	0.0	1.5	121.0	542.5
1987	233.3	26.1	16.5	0.0	0.0	0.5	23.6	0.0	0.0	13.2	1.1	11.0	325.3
1988	155.2	23.7	120.3	30.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	40.3	372.7
1989	104.0	132.5	75.7	47.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	361.2
1990	39.8	36.4	50.2	14.1	2.5	29.4	0.0	0.0	0.0	2.9	32.4	143.7	351.4
1991	176.8	110.0	139.2	23.5	0.0	22.3	0.0	0.0	0.0	6.5	17.3	28.9	524.5
1992	55.1	16.0	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0	1.5	0.0	10.9	30.9	75.1	191.7
1993	172.0	43.4	88.0	7.2	0.5	3.2	1.5	34.0	0.0	18.0	7.6	54.0	429.4
1994	144.4	162.7	28.6	41.1	10.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	54.6	442.9
1995	88.4	13.3	130.5	17.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.3	2.5	9.7	44.4	308.8
1996	91.4	133.1	86.0	6.3	4.9	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	28.0	33.4	384.6
1997	122.7	208.8	105.2	8.4	8.6	0.0	0.0	22.2	32.4	0.0	7.9	27.0	543.2
1998	151.9	50.2	23.9	6.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1	69.0	330.3
1999	39.7	215.1	130.2	34.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	8.5	0.0	48.5	484.5
2000	195.9	152.2	105.3	11.3	1.7	0.6	0.4	0.0	0.0	9.5	1.2	43.1	521.2
2001	131.7	233.1	142.9	32.7	0.5	2.2	0.0	6.7	3.0	7.7	7.7	29.7	597.9
<b>Prom.</b>	<b>124.5</b>	<b>116.2</b>	<b>84.1</b>	<b>19.6</b>	<b>3.2</b>	<b>2.4</b>	<b>1.1</b>	<b>3.7</b>	<b>6.7</b>	<b>9.5</b>	<b>20.2</b>	<b>59.8</b>	<b>37.6</b>
D. Std	63.9	66.3	47.5	18.4	6.8	5.7	3.6	9.5	11.6	14.0	22.9	37.9	25.7
Máx.	252.4	291.7	201.0	63.1	41.0	29.4	23.6	50.7	54.0	56.0	89.4	156.8	109.1
Min	2.1	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.4

## REFERENCIAS

Bureau of Reclamation, 2012. *Design of Small Dams*. United States Department of the Interior. Tercera edición revisada.

Sherard, J.L. et al., 1963. *Earth and earth-rock dams*. John Wiley and Sons, Nueva York.

Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. *Estudio de preinversión a nivel de factibilidad del proyecto de inversión pública: Proyecto de regulación del río Callazas y mejoramiento de la infraestructura de riego en la Provincia de Candarave*. UNI (Perú).

