

## CORPORACION MUNICIPAL DE VALPARAISO

### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PRELIMINAR

### SECTOR 3, CEMENTERIO PLAYA ANCHA



**-JULIO 2019-**

4C CONSULTORES EN INGENIERÍA CIVIL LTDA.  
5 ½ Oriente 160 – Fono/Fax (32) 2686262 – Viña del Mar

[cuatroc@cuatroc.tie.cl](mailto:cuatroc@cuatroc.tie.cl)

## ÍNDICE

1.	Descripción de la zona de estudio.....	4
2.	Geología .....	5
2.1.	Cuencas Costeras .....	5
2.2.	Marco Geológico .....	6
2.2.1.	Unidades geológicas.....	6
2.3.	Hidrogeología .....	8
3.	Estudio de Precipitaciones .....	10
3.1.	Estaciones Dirección General de Aguas .....	10
3.1.1.	Series de precipitaciones.....	11
3.1.2.	Análisis de Frecuencia .....	13
3.1.3.	<i>Transposición de precipitaciones máximas a la zona bajo estudio</i> .....	15
3.1.4.	<i>Intensidades para diferentes periodos de retorno.</i> .....	16
4.	Estudio de suelo. ....	17
4.1.	Coordenadas y profundidad de calicatas .....	17
4.2.	Estratigrafía sector bajo estudio .....	18
5.	Estudio de Permeabilidades e índice de infiltración.....	19
6.	Soluciones preliminares por desarrollar. ....	19
7.	Carta Gantt.....	20
A.	ANEXOS .....	21
A.1.	Estadística de Precipitaciones Máximas Diarias DGA .....	21
A.2.	Correlaciones Estación Lago Peñuelas y Rodelillo .....	24
A.3.	Correlaciones Estación Punta Angeles y Rodelillo .....	29
A.4.	Fotos Calicatas .....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Ubicación general de la zona de estudio .....	4
Figura 2-1	Ubicación General de las Cuencas Costeras V Región .....	5
Figura 2-2	Mapa Geológico de Chile de la zona de estudio .....	7
Figura 2-3	Sectores de relleno .....	8
Figura 2-4	Zonificación hidrogeológica de las cuencas costeras sur.....	9
Figura 3-1	Estaciones Meteorológicas DGA .....	11
Figura 3-2	Gráfico análisis de frecuencia Estación Rodelillo .....	14

Figura 4-1 Ubicación calicatas .....	17
--------------------------------------	----

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Estaciones cercanas DGA .....	10
Tabla 3-2 Series de Precipitaciones máximas diarias.....	12
Tabla 3-3 Resumen Pruebas de Ajuste.....	13
Tabla 3-4 Precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno, estación Rodelillo	15
Tabla 3-5 Precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno, zona bajo estudio	15
Tabla 3-6 Intensidades máximas (10 minutos) .....	16
Tabla 4-1 Coordenadas y profundidades de calicatas.....	18
Tabla 4-2 Resumen estratigrafía calicatas.....	18
Tabla A-1 Estadística Precipitaciones Máximas Diarias Estación Lago Peñuelas .....	21
Tabla A-2 Estadística Precipitaciones Máximas Diarias Estación Rodelillo .....	22

## 1. Descripción de la zona de estudio

El sector tres del cementerio de Playa Ancha pertenece a la comuna de Valparaíso, Provincia de Valparaíso, V Región de Valparaíso. Se ubica en el borde costero, distante a aproximadamente 2.5 kilómetros hacia el noroeste del centro de Valparaíso.

Las coordenadas geográficas, en sistema UTM WGS 84, son aproximadamente 252832 E y 6342897 S, mientras que la altitud de 60 msnm. En la Figura 1-1 se logra apreciar la ubicación a nivel regional del sector de interés.

Figura 1-1 Ubicación general de la zona de estudio



## 2. Geología

El siguiente capítulo describe la geología de la cuenca en estudio que abarca el sector tres del Cementerio de Playa Ancha en Valparaíso, en específico a la SubCuenca Lago Peñuelas, perteneciente a la Cuenca Costeras entre Aconcagua y Maipo.

### 2.1. Cuenas Costeras

Las cuencas costeras se ubican en la Quinta Región y comprenden parte de las provincias de Petorca, Valparaíso y San Antonio. Abarca una superficie aproximada de 3510 km<sup>2</sup>. La franja del litoral costero definido entre Los Molles por el norte y Las Rocas de Santo domingo por el sur. A su vez todos los sectores ubicados al norte del río Aconcagua se han denominado Cuenas Costeras Norte y como Cuenas Costeras Sur a aquellos ubicados hacia el sur del río Aconcagua, como se presentan la siguiente figura.

Figura 2-1 Ubicación General de las Cuenas Costeras V Región



Fuente: "Evaluación De Los Recursos Subterráneos De Las Cuenas Costeras De La Vª Región, DGA, Agosto 2005".



El sector de estudio se encuentra en las cuencas costeras sur, específicamente, en el sector Rocas El Caracol, según el informe técnico “Evaluación De Los Recursos Subterráneos De Las Cuencas Costeras De La Vª Región, DGA, Agosto 2005”.

## 2.2. Marco Geológico

En general, se distingue en la zona un basamento paleozoico intrusivo y metamórfico, conformado por el denominado batolito de la Costa y por formaciones metamórficas paleozoicas. Estas rocas son intruidas por el batolito central, unidad intrusiva asignada al jurásico-cretácico.

Sobre estas unidades se disponen una serie de formaciones, que incluyen rocas sedimentarias marinas y volcano-sedimentarias asignadas al Triásico, rocas sedimentarias marinas y volcano-sedimentarias asignadas al Jurásico, sedimentos marinos asignados al Cretácico, sedimentos marinos asignados al Terciario y los depósitos no consolidados recientes constituidos por sedimentos fluviales, sedimentos eólicos, arenas de playas actuales y la cubierta sedimentaria de poco espesor que cubre las partes intermedias de las cuencas.

### 2.2.1. Unidades geológicas

En el caso del sector tres del cementerio de playa ancha, corresponde en gran medida al batolito de la costa, correspondiente a un complejo intrusivo asignado al Devónico Inferior (Corvalán y Munizaga, 1972), que conforma el basamento principal del sector occidental del área de estudio, sobre el cual sobreyacen las demás unidades geológicas.

Las formaciones de la zona corresponden a las unidades geológicas que se detallan a continuación:

Rocas Intrusivas del Jurásico Medio-Superior (180-142 Ma) (Jsg): Monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda.

Rocas Sedimentarias del Pleistoceno (P11m): Secuencias sedimentarias marinas litorales o fluviales estuarinas: coquinas, conglomerados coquináceos, areniscas y conglomerados dispuestos en niveles aterrazados emergidos.

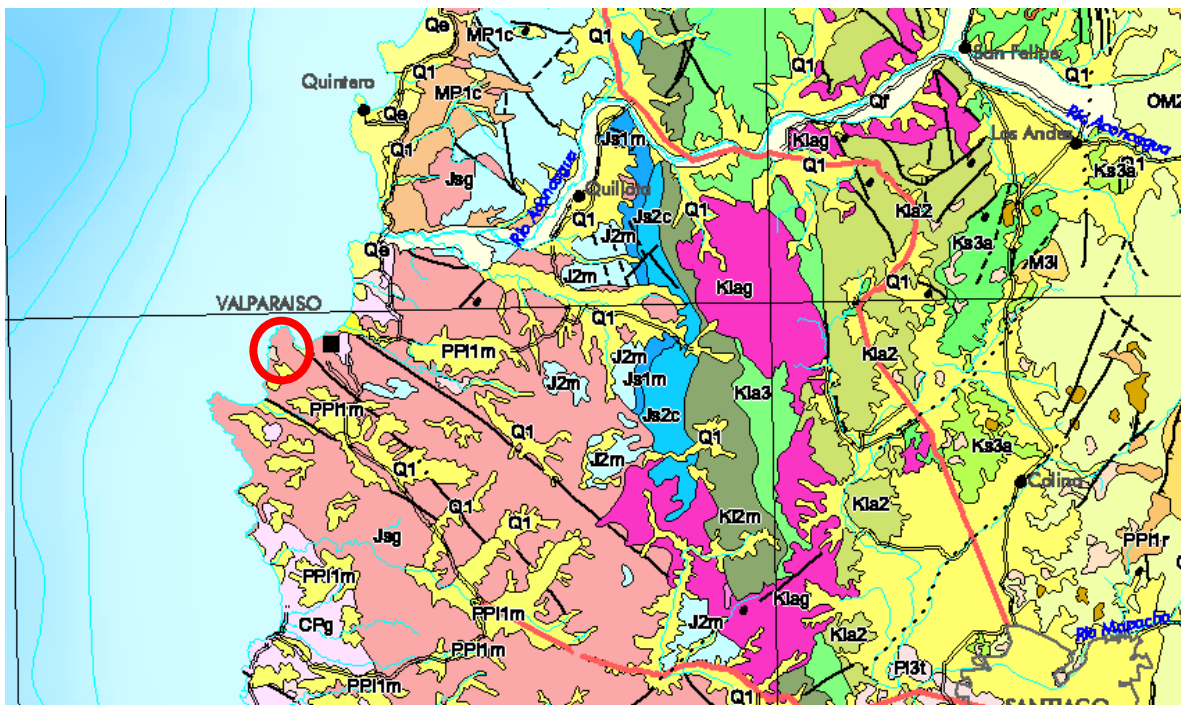
Rocas Sedimentarias del Pleistoceno-Holoceno (Q1): Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, litorales o indeferenciados.

Rocas intrusivas de Carbonífero-Pérmico (328-235 Ma) (Cpg): Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita.

La composición principal corresponde a una tonalita de biotita y en, menor cantidad, granodiorita y adamelita. Estas rocas, que en gran parte presentan efectos cataclásticos, son en general de textura hipidiomorfa granular de grano medio a grueso. Algunas son porfíricas, con fenocristales de hasta 2 cm y están constituidas por ortoclasa, microclina, plagioclasa, cuarzo (muy fracturado), biotita y algunas anfíbolas. Este complejo intrusivo se habría originado durante la fase orogénica denominada Fase Quintay (Corvalán y Dávila, 1964), provocando metamorfismo de contacto en las rocas preexistentes. El contacto con las rocas metamórficas de la Formación Quintay, corresponde a una ancha zona de migmatitas.

A continuación, en el “Mapa Geológico de Chile”, escala 1:1.000.000, realizado por el SERNAGEOMIN (2003), el cual comprende todo el territorio de Chile, se aprecian las unidades geológicas antes descritas en la zona de estudio. El área de estudio se muestra destacada con la elipse de color rojo.

Figura 2-2 Mapa Geológico de Chile de la zona de estudio



Fuente: Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. SERNAGEOMIN, 2003.

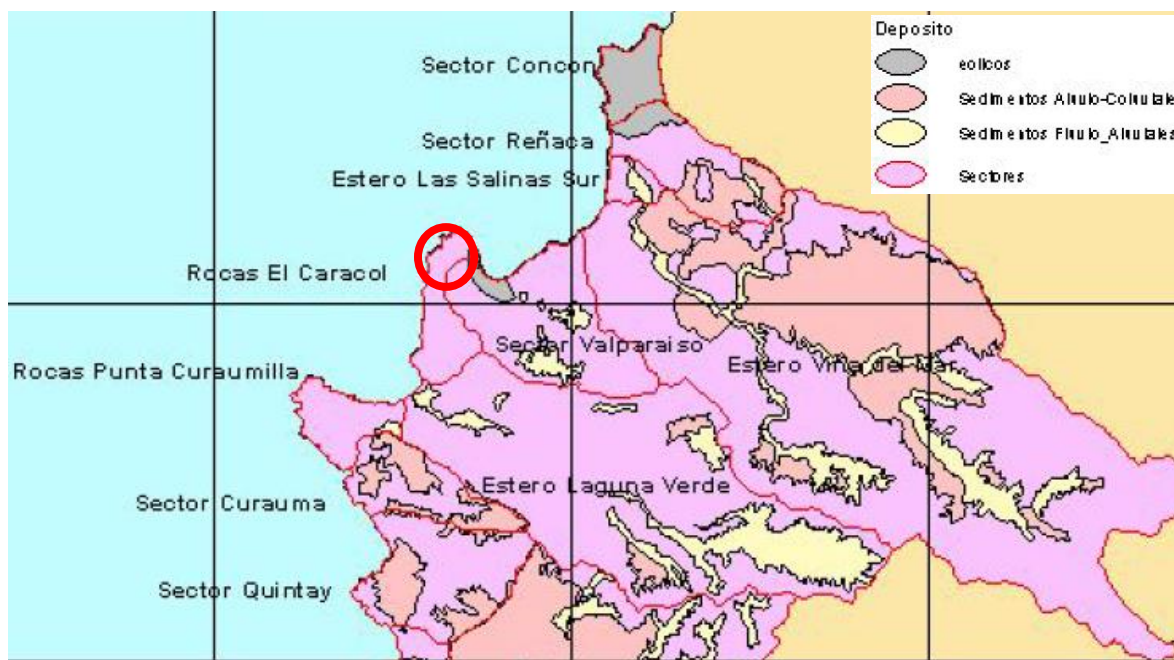
## 2.3. Hidrogeología

En el informe técnico “Evaluación De Los Recursos Subterráneos De Las Cuencas Costeras De La Vª Región, DGA, Agosto 2005”, según las génesis sedimentaria y las características generales de permeabilidad y capacidad de almacenamiento de agua de los sedimentos no consolidados, se han diferenciaron 3 unidades hidrológicas permeables, además del basamento rocoso de carácter impermeable. Estas unidades corresponden a los depósitos fluvio-aluviales, depósitos aluvio-coluviales, depósitos eólicos y roca basal impermeable.

En la Figura 2-3, se aprecia que el sector de estudio, pertenece a la cuarta unidad determinada roca basal impermeable, asociadas al sector Roca del Caracol, acuífero de 17.4 km<sup>2</sup>, presentado en la Figura 2-4.

Las rocas consolidadas pueden poseer una permeabilidad secundaria alta producto de los sistemas de fracturamiento que las afecten o las oquedades que contengan, siendo probable que lleguen a constituir acuíferos. La mayor complejidad en la detección, evaluación y explotación de las aguas subterráneas que pudieran almacenar estas rocas, dados los alcances de este estudio, permite simplificar su descripción y considerarlas como unidades de rocas impermeables, en cualquier caso.

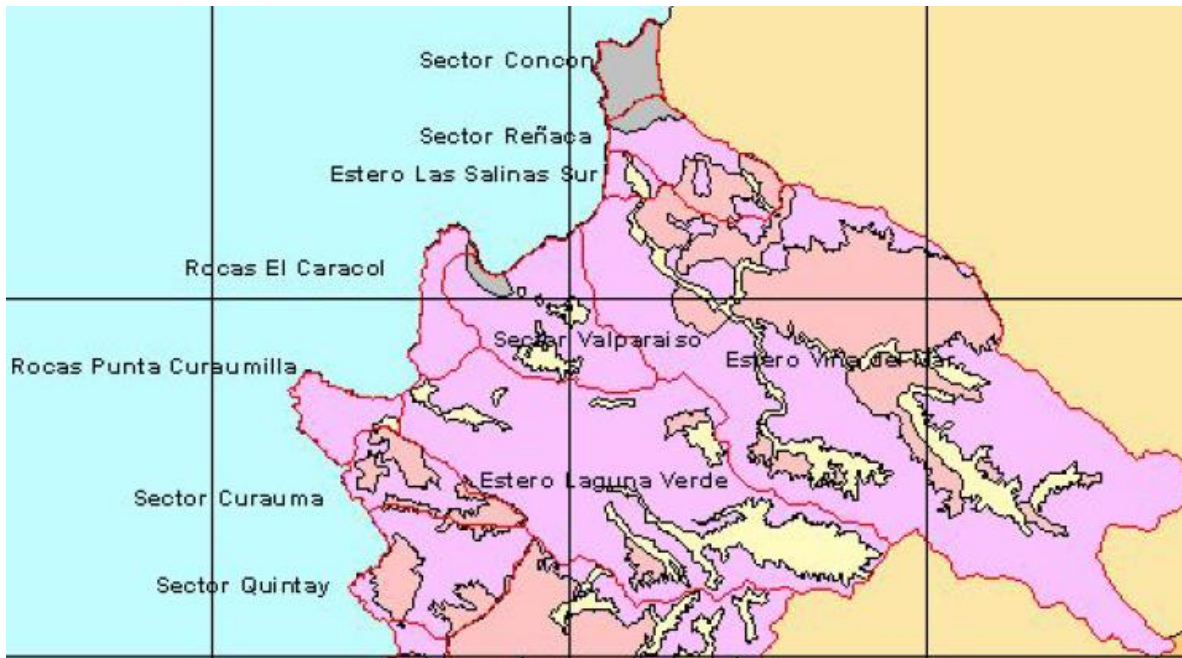
Figura 2-3 Sectores de relleno



Fuente: “Evaluación De Los Recursos Subterráneos De Las Cuencas Costeras De La Vª Región, DGA, Agosto 2005”.



Figura 2-4 Zonificación hidrogeológica de las cuencas costeras sur



Fuente: "Evaluación De Los Recursos Subterráneos De Las Cuencas Costeras De La Vª Región, DGA, Agosto 2005".

## 3. Estudio de Precipitaciones

El análisis hidrológico se basó en la información pluviométrica disponible en la base de datos de la Dirección General de Aguas: Información Oficial Hidrometeorológica y Calidad de Aguas.

### 3.1. Estaciones Dirección General de Aguas

Las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio son Cerro Colorado Armada de Chile, Valparaíso, Rodelillo y Lago Peñuelas, las características en la Tabla 3-1 y sus ubicaciones se presentan en la Figura 3-1.

Tabla 3-1 Estaciones cercanas DGA

Estación	Coordenada Este (WGS 84)	Coordenada Norte (WGS 84)	Altura (msnm)	Fecha Inicio	Estado
Cerro Colorado Armada de Chile	255.716	6.336.526	510	01/05/2014	Vigente
Valparaíso	256.770	6.341.114	44	01/06/2016	Vigente
Rodelillo	258.696	6.340.696	110	01/08/1971	Vigente
Lago Peñuelas	261.586	6.329.722	360	01/01/1974	Vigente

Fuente: Propia.

Figura 3-1 Estaciones Meteorológicas DGA



Cabe señalar, que se necesario contar con al menos de 30 años de medición, son tal que el análisis sea representativo. Las estaciones que cumplen estos requerimientos son Rodelillo y Lago Peñuelas. Se analizará la estación de Rodelillo, por ser la estación DGA mas cercana

### 3.1.1. Series de precipitaciones

La estadística de precipitaciones máximas diarias se ordena según año hidrológico, es decir, de abril-marzo. Por lo tanto, para las estaciones DGA consideradas en el estudio, Rodelillo y Lago Peñuelas, cuentan con mediciones de 46 y 44 años respectivamente, dichas estadísticas se presentan en el anexo A.1.

La estadística de precipitaciones de la estación Rodelillo cuenta con varios meses sin datos, por lo que es rellenada con la estación Lago Peñuelas, que tiene más información. El relleno se realiza con una correlación mes a mes, relaciones que se presentan en el anexo A.2.

Las series de precipitaciones máximas diarias para ambas estaciones, en año hidrológico abril – marzo, se presenta a continuación.

Tabla 3-2 Series de Precipitaciones máximas diarias

Año Hidrológico		Rodelillo
1972	1973	62.50
1973	1974	38.10
1974	1975	82.80
1975	1976	68.00
1976	1977	54.00
1977	1978	50.00
1978	1979	53.50
1979	1980	71.23
1980	1981	90.00
1981	1982	178.00
1982	1983	71.00
1983	1984	41.00
1984	1985	82.00
1985	1986	51.50
1986	1987	100.50
1987	1988	108.00
1988	1989	37.00
1989	1990	50.00
1990	1991	27.50
1991	1992	78.00
1992	1993	159.00
1993	1994	52.00
1994	1995	50.00
1995	1996	59.00
1996	1997	50.00
1997	1998	83.00
1998	1999	25.00
1999	2000	57.90
2000	2001	100.00
2001	2002	120.70
2002	2003	150.00
2003	2004	48.00
2004	2005	55.00
2005	2006	52.00
2006	2007	100.00
2007	2008	48.00
2008	2009	127.00
2009	2010	100.00
2010	2011	43.26
2011	2012	50.60

Año Hidrológico		Rodelillo
2012	2013	52.60
2013	2014	94.40
2014	2015	49.00
2015	2016	61.80
2016	2017	43.20
2017	2018	58.50

\*\* Valores en rojo obtenidos del relleno

Fuente: Propia.

### 3.1.2. Análisis de Frecuencia

Con la información pluviométrica de las estaciones, se efectuó el análisis de frecuencia analítico, ajustando las distribuciones de frecuencia normal, de valores extremos tipo I (Gumbel), Pearson III, logarítmico Normal y Log-Pearson III. También se realizó un test de bondad de ajuste correspondiente a las pruebas estadísticas Chi-cuadrado y Kolmogorov para las series de precipitaciones máximas diarias.

Con respecto a las pruebas de ajuste, en la Tabla 3-3 se muestran las mejores distribuciones según cada prueba. Además, en la Figura 3-2 se presenta el gráfico del análisis de frecuencia.

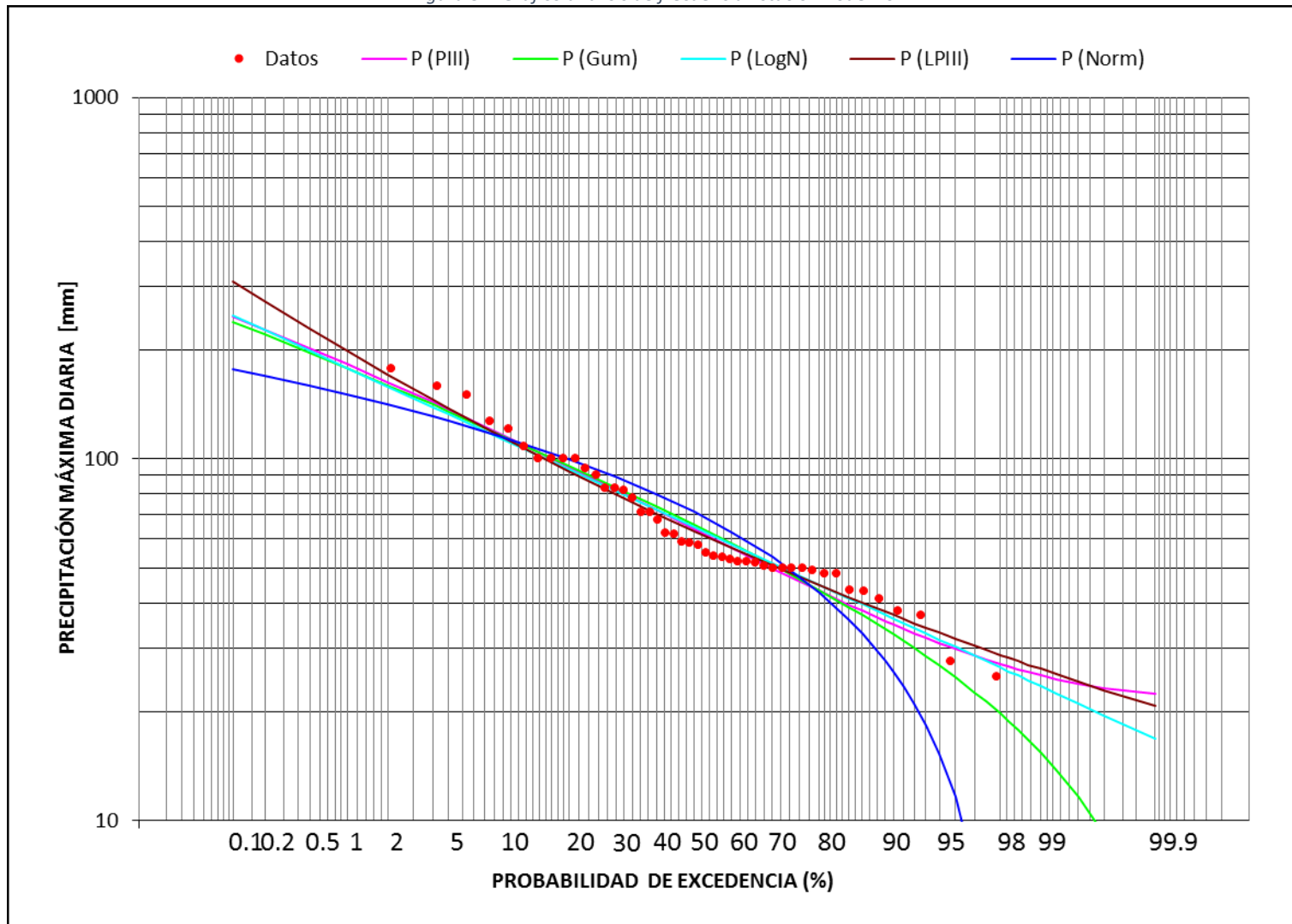
*Tabla 3-3 Resumen Pruebas de Ajuste*

Estación	Chi-cuadrado	Kolmogorov
Rodelillo	Log Normal	Log Pearson III

Fuente: Propia.



Figura 3-2 Gráfico análisis de frecuencia Estación Rodelillo



A través del análisis gráfico y los resultados de los test de bondad, se obtuvo que la mejor distribución de ajuste para la estación Rodelillo es la Log-Pearson III. A continuación, se presentan las precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno.

Tabla 3-4 Precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno, estación Rodelillo

T(años)	Precipitaciones máximas diarias (mm)
5	92.7
10	114.8
20	138.2
25	146.0
50	171.6
100	199.2

Fuente: Propia.

### 3.1.3. *Transposición de precipitaciones máximas a la zona bajo estudio.*

Finalmente, se procede a transponer las precipitaciones máximas a la zona bajo estudio. Para ello se utilizó una correlación entre la estación Rodelillo y la estación Punta de Ángeles, ya que esta última se encuentra muy cerca de la zona en estudio. En anexo A-3 se presenta la correlación obtenida. En Tabla3-5 se presenta las precipitaciones máximas diarias obtenidas para la zona en estudio.

Tabla 3-5 Precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno, zona bajo estudio

T(años)	Precipitaciones máximas diarias (mm)
5	74
10	92
20	111
25	117
50	137
100	159

Fuente: Propia.

### 3.1.4. Intensidades para diferentes periodos de retorno.

Se procede a estimar las intensidades para 10 minutos (tiempo de concentración mínimo de tiempo de concentración, para cuencas muy pequeñas) obtenidas de la aplicación de la fórmula de Grunsky.

En Tabla3-6 se presentan las intensidades.

Tabla 3-6 Intensidades máximas (10 minutos)

T(años)	Intensidad (mm/h)
5	37
10	46
20	56
25	59
50	69
100	80

Fuente: Propia.

## 4. Estudio de suelo.

Con el objeto de realizar un estudio del tipo de suelo presente en la zona bajo estudio, se realizaron 6 calicatas que permiten la exploración del tipo de suelo y la presencia o no de aguas subterráneas.

### 4.1. Coordenadas y profundidad de calicatas

En mapa y tabla siguiente se muestra la ubicación de las calicatas efectuadas, coordenadas (sistema WGS-84) y profundidades.

Figura 4-1 Ubicación calicatas



Fuente: Propia.

Tabla 4-1 Coordenadas y profundidades de calicatas

Calicata Nº	Norte UTM	Este UTM	Profundidad (m)	Presencia de agua
1	6342923	252868	1.9	no
2	6342919	252857	1.1	no
3	6342923	252838	2.15	no
4	6342916	252830	2.02	no
5	6342898	252829	2.13	no
6	6342879	252829	2.14	no

Fuente: Propia.

En anexo A-4, se presentan fotografías de las calicatas efectuadas.

#### 4.2. Estratigrafía sector bajo estudio

De acuerdo, a observado en el sector bajo estudio, la estratigrafía es bastante homogéneo pudiéndose observar 3 estratos claramente diferenciados. En tabla 4.2 se presenta lo observado en terreno.

Tabla 4-2 Resumen estratigrafía calicatas

Estrato	Características
0-20 cm	Pasto y capa vegetal
20 cm a 150 cm	Estrato altamente consolidado, compuesto por material fino limoso-arcilloso de color café oscuro. Se aprecia cierto grado de humedad
150 cm a 220 cm	Maicillo (regolito de la costa) muy duro, el cual tuvo que ser excavado con un martillo percutor manual.

Fuente: Propia.

En ninguna de las calicatas exploradas se encontró napa de agua.



## 5. Estudio de Permeabilidades e índice de infiltración.

En base a las muestras de suela extraídas y enviadas a laboratorio para su análisis granulométrico (cuyos resultados todavía no se disponen) se podrá estimar la permeabilidad del suelo.

Asimismo, el índice de infiltración se obtendrá de pruebas de infiltración a realizar prontamente en terreno.

En principio, en base a bibliografía existente se estima una permeabilidad de 0.02 (m/día) y una tasa de infiltración de 3 (mm/h), las cuales deberán ser ratificados por las pruebas de infiltración y análisis granulométricos.

## 6. Soluciones preliminares por desarrollar.

De acuerdo con lo observado en terreno, en base a las calicatas realizadas no existiría napa de agua subterránea propia en la zona bajo estudio.

La presencia de agua en algunos sarcófagos enterrados, en principio se debería a la infiltración de agua de riego y aguas lluvias asociadas a altas precipitaciones.

Si bien el terreno se aprecia altamente compactado e impermeable, un sector de este pierde estas propiedades. Específicamente este sector corresponde al material de relleno utilizado en el espacio entre la excavación y el sarcófago. Este sector es muy difícil de compactar, lo que aumenta la permeabilidad y capacidad de transporte de agua desde la superficie.

Para evitar la infiltración ya sea de aguas de riego y aguas lluvias que podría ingresar posteriormente a los sarcófagos a través del relleno no compactado, se proponen en principio posibles soluciones a desarrollar en la siguiente etapa:

- Utilización de sistemas de riego de alta eficiencia, de manera de disminuir las infiltraciones a las zonas más profundas. Se estima en principio que el sistema más adecuado sería el riego por aspersión.
- Utilización de sellos sanitarios a instalarse en la zona de relleno no compactada. Este sello sanitario (similar a los utilizados en los pozos profundos), corresponde a una capa de espesor de 30 centímetros de alto de hormigón pobre o suelo-cemento, ubicado alrededor del sarcófago en el sector del relleno no compactado.

Este sello se construye superficialmente bajo la capa de pasto y material orgánico se manera de evitar infiltraciones provenientes desde la superficie.

- Utilización de sarcófagos estancos o impermeables.

## 7. Carta Gantt.

ACTIVIDAD	Duración (días)					
	5	10	15	20	25	30
Realización de calicatas	■					
Ensayos de laboratorios		■				
Ensayos de infiltración		■				
Estudio de precipitaciones	■					
Determinación de permeabilidad			■			
Determinación de tasas de infiltración			■			
Estudio Hidrogeológico	■	■	■	■		
Desarrollo Solución					■	■
Especificaciones técnicas y presupuesto						■

Nota: Día 1 corresponde al 21 de julio

Día 30, corresponde al 20 de agosto

Fuente: Propia.

Pedro Kamann Ch.

Ingeniero Civil

## A. ANEXOS

### A.1. Estadística de Precipitaciones Máximas Diarias DGA

Tabla A-1 Estadística Precipitaciones Máximas Diarias Estación Lago Peñuelas

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	65.70	70.60	8.10	5.00	35.00	0.00	32.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	22.80	33.50	35.50	96.50	42.00	1.10	0.00	16.90	0.00
1976	0.00	0.00	6.00	0.00	36.50	40.00	6.90	45.20	34.20	34.90	61.00	0.00
1977	0.00	0.00	0.00	10.00	13.80	79.50	137.50	47.50	0.00	47.00	6.50	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	20.50	45.50	85.00	10.00	81.00	0.00	42.00	3.00
1979	2.20	0.00	0.80	17.50	28.00	0.00	127.00	20.00	41.00	0.00	39.50	12.50
1980	0.00	0.00	0.00	104.00	121.00	81.00	75.50	17.50	95.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	2.00	11.50	252.20	44.00	21.00	9.00	19.50	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	17.00	0.00	104.00	101.50	102.00	93.50	10.50	22.00	0.00	0.00
1983	2.50	0.00	0.00	1.50	40.00	89.00	71.50	36.50	13.50	3.50	0.00	0.00
1984	0.40	0.00	8.50	6.00	75.00	33.50	164.00	70.50	25.00	20.00	1.50	0.00
1985	0.00	0.00	7.50	0.00	23.00	43.50	72.50	0.00	42.50	6.50	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	140.20	73.00	51.00	8.50	106.50	1.50	0.00	44.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	14.50	42.00	23.00	109.00	138.00	27.50	69.50	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	8.50	0.00	2.00	33.00	70.50	70.00	13.50	0.00	11.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	2.00	17.50	41.00	64.50	48.20	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	31.50	0.00	20.00	10.00	80.50	39.00	18.50	19.50	0.00	0.00
1991	0.00	0.00	0.00	17.50	73.50	64.00	37.00	8.50	91.00	18.00	0.00	13.00
1992	0.00	2.30	17.50	8.00	204.00	135.00	5.00	151.50	43.50	0.50	2.50	0.00
1993	0.00	0.00	0.00	59.00	51.50	115.50	47.50	27.50			1.00	1.50
1994	0.00	0.00	0.00	42.00	97.00	44.00	40.50	27.50	38.50	7.50	0.00	5.00
1995	0.00	0.00	0.00	24.00	0.00	53.50	49.00	72.00	7.00	5.00	1.50	0.00
1996	0.00	0.00	0.40	10.00	20.50	31.00	107.50	52.00	4.00	4.00	0.00	7.50
1997	0.00	0.00	0.00	6.00	80.00	127.00	76.00	124.50	109.00	68.00	3.00	0.20
1998	0.00	1.00	0.50	20.00	13.50	51.00	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00
1999	0.00	0.00	19.50	2.20	48.00	42.50	44.00	61.50	71.50	2.50	0.00	0.00
2000	0.00	8.00	0.00	7.00	15.00	162.50	5.50	4.50	156.00	3.00	0.00	0.00
2001	0.00	0.30	0.00	15.50	56.50	2.00	198.00	110.50	18.50	0.00	0.00	0.00
2002	0.00	0.00	7.00	1.50	208.00	135.50	104.00	45.00	17.00	8.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	118.00	75.00	74.00	22.50	28.50	4.00	10.00	0.00
2004	0.00	0.00	5.50	25.50	28.50	53.00	77.00	95.00	22.90	1.00	31.60	0.00
2005	0.00	0.00	18.50	1.00	52.50	42.50	90.00	89.50	47.00	17.50	22.50	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	3.00	39.00	140.00	135.00	22.00	6.50	59.50	0.00	0.00

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	0.00	23.00	0.00	0.00	19.50	50.00	21.00	34.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2008	0.00	0.00	17.50	12.00	71.50	63.00	56.00	159.00	3.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.50	8.00	160.00	7.00	0.50	3.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00	51.00	27.00	2.50	29.00	9.50	1.00	0.00
2011	0.50	0.00	0.00	10.00	0.00	52.00	50.00	40.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.50	115.60	72.00	14.50	30.50	1.50	25.50	26.00	25.00
2013	0.20	0.00	0.00	0.00	55.50	95.00	21.50	13.50	0.00	0.30	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	2.00	0.00	24.00	73.00	27.00	42.50	22.00	0.00	4.50	0.00
2015	0.50	0.00	3.00	0.00	4.50	0.00	50.00	114.50	51.00	51.00	1.00	0.00
2016	3.50	0.00		43.00	32.00	21.00	50.00	0.00				11.00
2017	0.00	0.00	0.00	1.00	76.00	80.00	21.50	50.50	4.00	41.00	0.00	0.00
2018	0.20	0.00	0.40	0.00	24.00	69.00	54.50	6.50	14.00	7.50	0.00	0.00

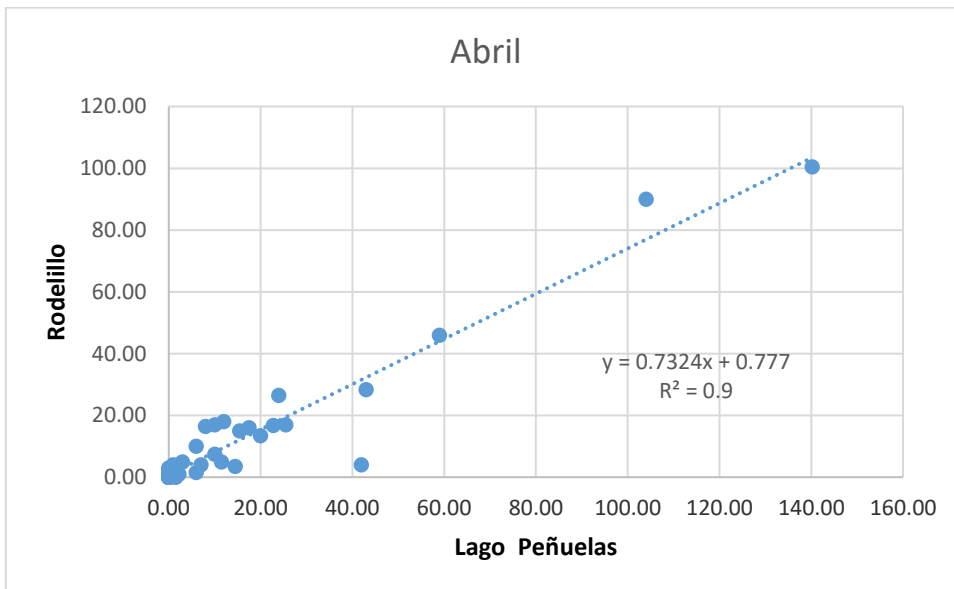
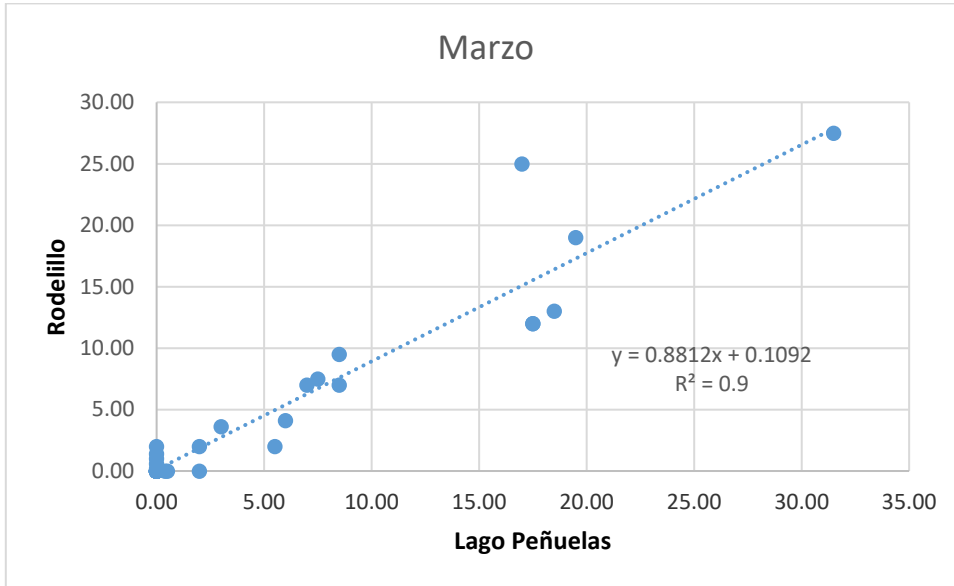
Tabla A-2 Estadística Precipitaciones Máximas Diarias Estación Rodelillo

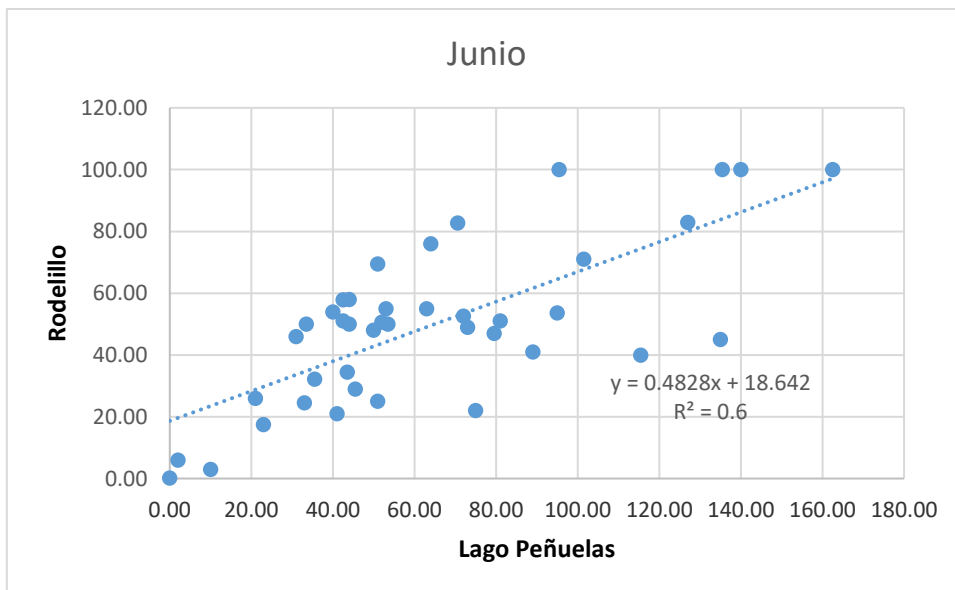
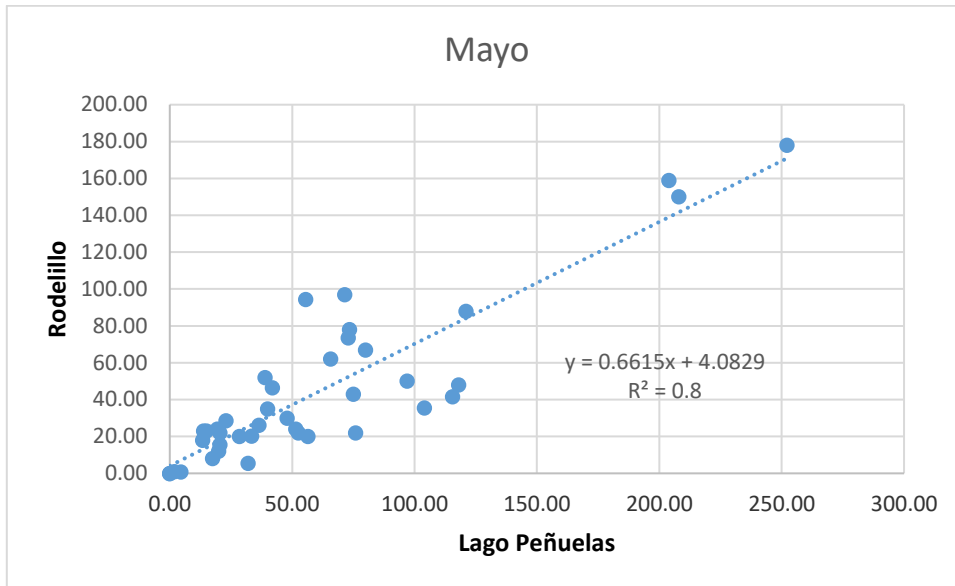
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1971	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	15.00	12.50	0.00	0.00
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	20.20	53.50	45.40	62.50	60.30	4.00	2.70	0.00
1973	0.00	0.00	0.00	2.00	18.40	38.10	36.00	0.50	0.00	24.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	1.00	0.50	62.00	82.80	7.10	4.00	26.00	0.00	10.00	0.50
1975	0.00	0.00	0.00	16.80	20.20	32.20	68.00	34.70	0.00	0.00	14.50	0.00
1976	0.00	0.00	4.10	0.00	26.10	54.00						0.00
1977	0.00	0.00	0.00	7.50	23.00	47.00	50.00	29.00	42.00	2.00	6.50	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	15.50	29.00	53.50	16.00	15.20			
1979												
1980	0.00	0.00	0.00	90.00	88.00	51.00	43.20	9.00	30.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	2.00	5.00	178.00	58.00	10.00	10.00	18.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	25.00	0.00	35.50	71.00	65.00	56.00	12.00	16.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	41.00	27.50	37.00	12.50	4.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	9.50	1.50	43.00	50.00	82.00	34.70	20.40	20.20	0.50	0.00
1985	0.00	0.00	7.50	0.00	28.50	34.50	51.50	0.00	33.00	5.50	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	100.50	73.50	69.50	3.50	55.00				0.00
1987	0.00	0.00	0.00	3.50	46.50	17.50	73.00	108.00		27.00	1.00	0.00
1988	0.00	0.00	7.00	2.00	1.00	24.50	24.00	37.00	6.00	0.00	9.50	0.00
1989	2.00	1.50	2.00	4.00	8.00	21.00	50.00	45.50	2.00	4.00	2.00	2.50
1990	0.00	0.00	27.50	0.00	12.00	3.00	9.00	10.00	27.50	24.00	0.00	0.00
1991	0.00	0.00	0.00	16.00	78.00	76.00	21.00	11.50	45.00	21.00	0.00	16.00
1992	2.00	0.00	12.00	16.50	159.00	45.00	3.00	48.00	39.00	1.50	2.50	

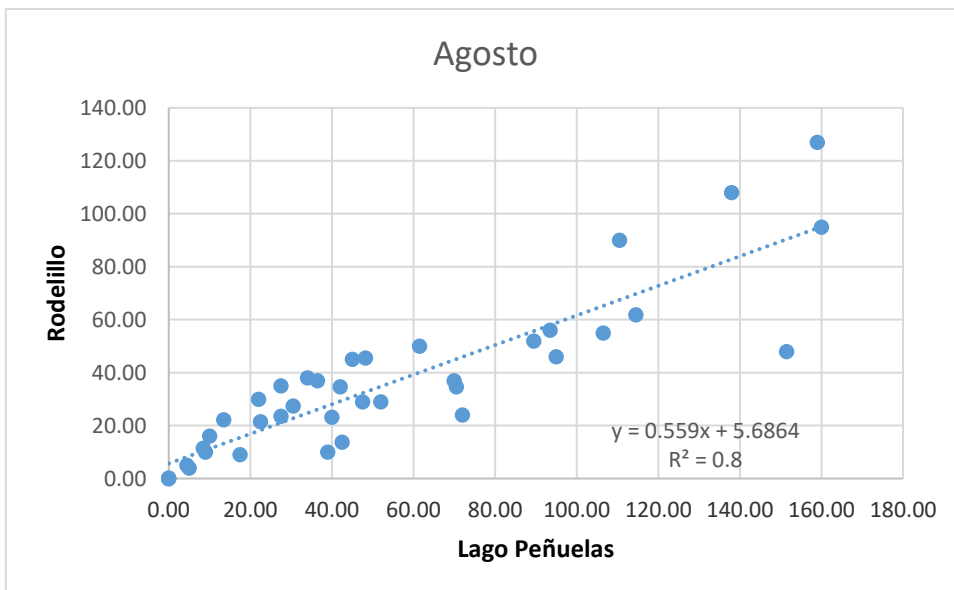
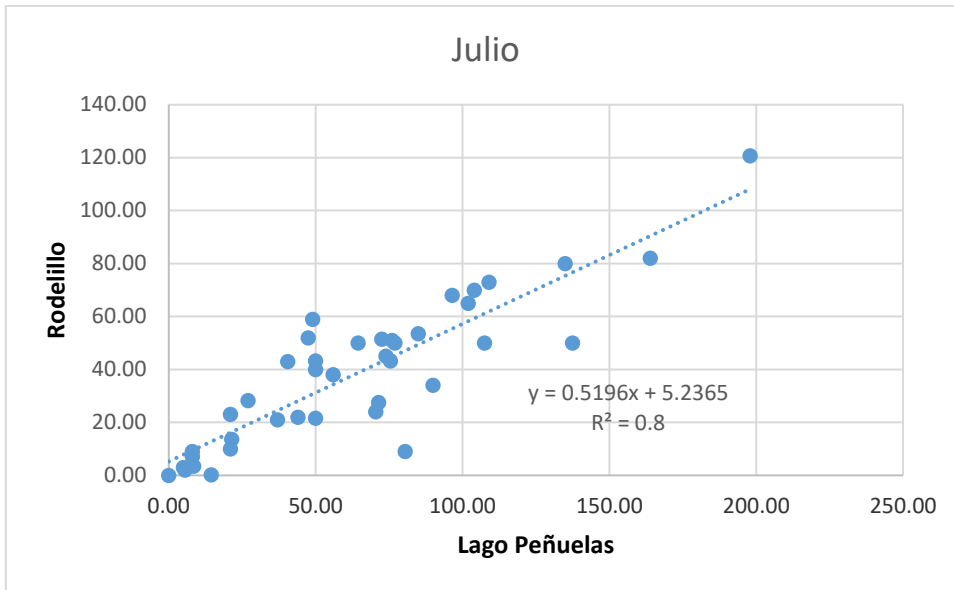
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	0.00	0.00	0.00	46.00	24.00	40.00	52.00	35.00	3.00	6.50	0.00	1.50
1994	0.00	0.00	0.00	4.00	50.00	50.00	43.00	23.50	13.50	7.00	0.00	0.00
1995	0.00	0.00	0.00	26.50	0.00	50.00	59.00	24.00	6.50	7.60	1.50	0.00
1996	0.00	0.00	0.00	17.00	22.00	46.00	50.00	29.00	0.00	4.00	0.00	4.00
1997	0.00	0.00	1.40	10.00	67.00	83.00	51.00		59.00	32.50	19.00	0.00
1998	0.00	1.00	0.00	13.50	18.00	25.00	0.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00
1999	0.00	0.00	19.00	1.00	30.00	57.90	22.00	50.00	45.00		0.00	0.00
2000	0.00	5.00	0.00	4.00	23.00	100.00	2.00	5.10	80.00	9.00	0.00	0.00
2001	0.00	0.50		15.00	20.00	6.00	120.70	90.00	4.00	0.00	0.00	0.00
2002	0.00	0.00	7.00	1.20	150.00	100.00	70.00	45.00	9.00	16.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	22.00	45.00	21.50	47.00	17.00	5.00	0.00
2004	0.00	0.00	2.00	17.00	20.00	55.00	50.00	46.00	13.00	0.00	44.00	0.00
2005	0.00	0.00	13.00	0.50	22.00	51.00	34.00	52.00	42.80	5.00	31.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	5.00	52.00	100.00	80.00	30.00	7.40	40.00	0.00	0.00
2007	0.00	21.00	0.00	0.00	24.00	48.00	23.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	12.00	18.00	97.00	55.00	38.00	127.00	2.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	100.00	9.00	95.00	6.50	0.00	7.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00								
2011			0.00			50.60	40.00	23.20	0.20	0.00	0.40	0.20
2012	1.40	0.20	0.60	0.20	41.60	52.60	0.20	27.40	1.80	20.20	12.40	21.00
2013	0.80	2.40	0.00	3.00	94.40	53.60	13.60	22.20	0.20	1.00	0.00	0.40
2014	0.00	0.00	0.00	0.00		49.00	28.20	13.80	6.60	0.00	3.00	0.30
2015	0.00	0.60	3.60	0.20	0.80	0.20	21.60	61.80	25.40	13.40	0.00	0.00
2016	1.60	0.00	0.40	28.40	5.50	26.00	43.20	0.20	1.00	15.70	0.10	6.00
2017	0.00	0.30	0.20	4.00	22.00			58.50				
2018						25.00						

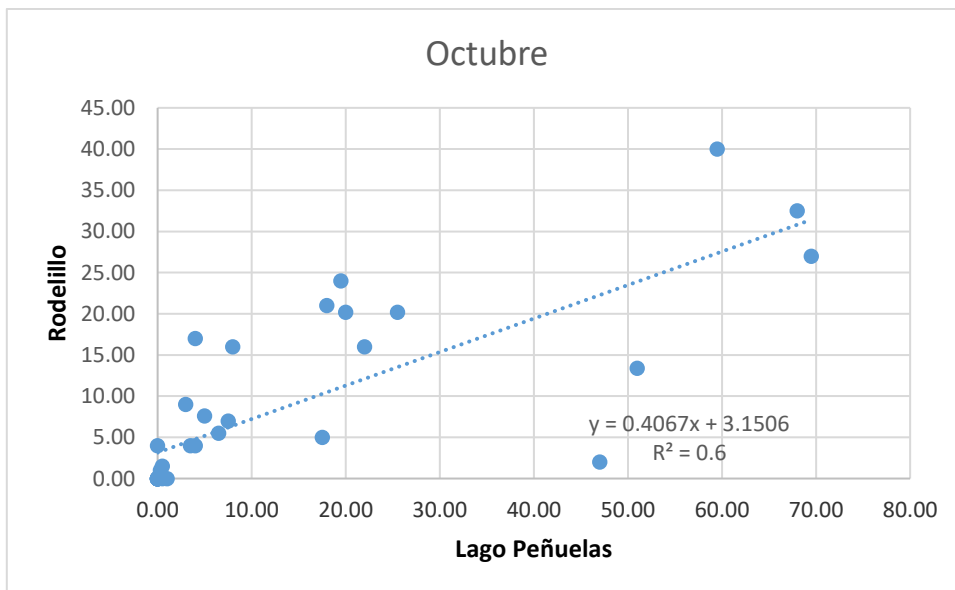
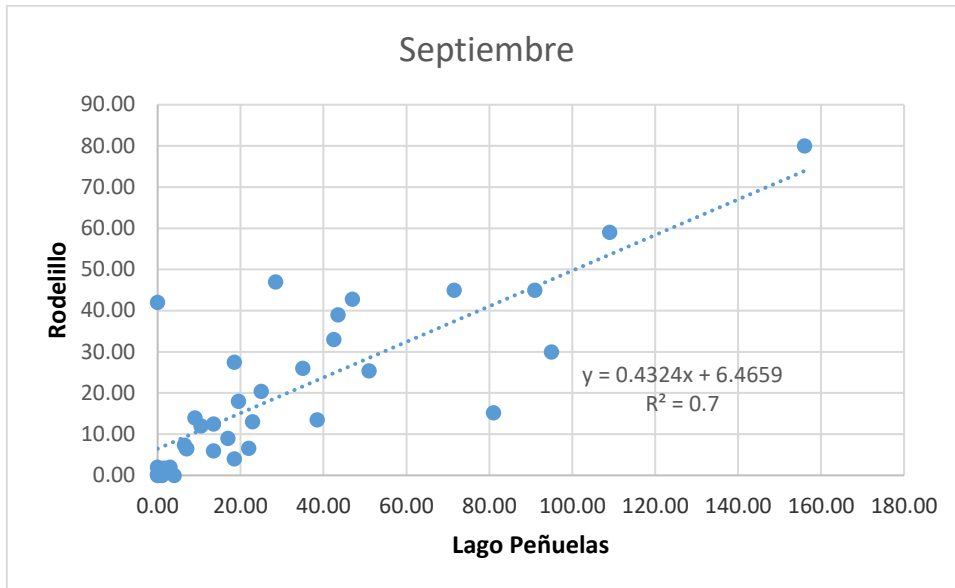


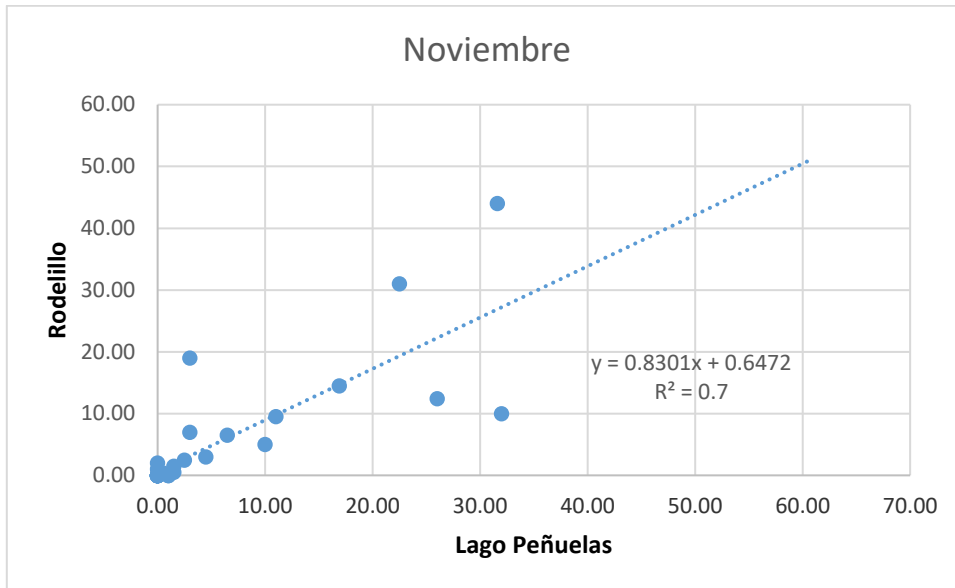
## A.2. Correlaciones Estación Lago Peñuelas y Rodelillo







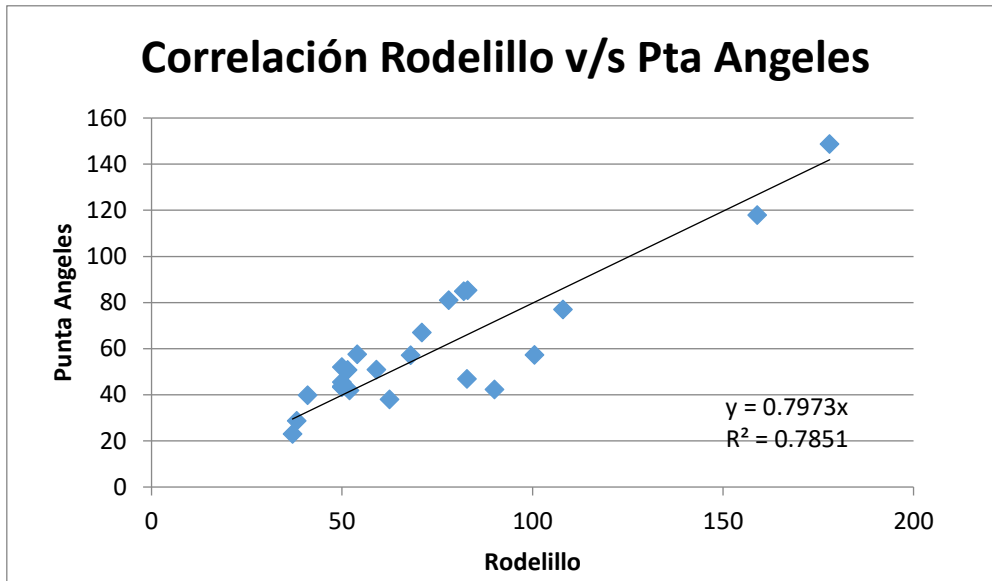




Los demás meses, la mayoría de los valores son nulos, por lo que no se realiza correlación, al ser meses de pocas o nulas precipitaciones.

## A.3. Correlaciones Estación Punta Angeles y Rodelillo

Año	Pta Angeles	Rodelillo
1972	38	62.5
1973	28.8	38.1
1974	47	82.8
1975	57.2	68
1976	57.6	54
1977	43.8	50
1978	57.8	
1979	97.6	
1980	42.3	90
1981	148.8	178
1982	67	71
1983	39.8	41
1984	84.9	82
1985	50.8	51.5
1986	57.4	100.5
1987	77	108
1988	23	37
1989	43.3	50
1990		
1991	81	78
1992	118	159
1993	42	52
1994	52	50
1995	51	59
1996	45.6	50
1997	85.4	83





## A.4. Fotos Calicatas

Calicata N°1



Calicata N°2





Calicata N°3



Calicatas N°4





Calicata N°5



Calicata N°6

