



# **PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL SALAR DE ATACAMA**

---

## **Informe de Monitoreo Contenido de Humedad del Suelo**

### **Etapa Pre-Operación**

INFORME I. Campañas de terreno de abril, julio y octubre de 2007

**Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera  
en el Salar de Atacama**



**CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2	METODOLOGÍA.....	2
	2.1. Ubicación de puntos de muestreo.....	2
	2.2 Contenido de humedad del suelo.....	4
	2.3 Estado vital de la vegetación .....	8
	2.4 Profundidad de la napa subterránea.....	9
3.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	11
	3.1. Propiedades edafológicas de cada punto de muestreo.....	11
	3.2 Contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa.....	12
	3.4 Estado vital de la vegetación .....	22
	3.4.1 Especies vegetales presentes .....	22
	3.4.2 Fenología.....	22
	3.4.3 Vigor y porcentaje de copa verde.....	23

ANEXO I PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO EN LOS PUNTOS DE MONITOREO

ANEXO II ESTADO VITAL DE LA VEGETACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

Es materia del presente Informe exponer los resultados de las campañas pre-operacionales del contenido de humedad del suelo realizadas el año 2007, y contempladas en el Plan de Seguimiento Ambiental del EIA Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama, de SQM Salar S.A.

Dicho Plan de Seguimiento Ambiental está contemplado en el numeral 10.3.1 de la Resolución Exenta N° 226/2006 de la Comisión Regional del Medio Ambiente II Región (RCA N° 226/06), que aprueba ambientalmente el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama" desarrollado por SQM Salar S.A.

La medición de esta variable tiene por objeto detectar cambios en el contenido de humedad del suelo y en la vitalidad de la vegetación presente, producto del bombeo de los pozos de agua del proyecto (Mullay 1, Allana y Camar 2). Para tales efectos, el Plan de Seguimiento contempla la medición simultánea de la profundidad de la napa, del contenido de humedad del suelo y de la vitalidad de la vegetación en 18 puntos de muestreo ubicados en el área de influencia hidráulica del proyecto.

Las campañas de monitoreo incluidas en este informe fueron realizadas en los meses de Abril, Julio y Octubre del año 2007, en forma previa al inicio del bombeo de los pozos de agua del proyecto. En consecuencia, los resultados entregados en el presente informe corresponden a la situación "sin proyecto" del Plan de Seguimiento Ambiental del contenido de humedad del suelo.

En la primera campaña de monitoreo (Abril de 2007) se efectuó una caracterización edafológica de los puntos de muestreo de contenido de humedad del suelo, se identificó el estrato del suelo en donde se desarrollan las raíces de las plantas (a partir del cual se extrajeron las muestras de suelo para medir el contenido de humedad) y se marcaron los ejemplares vegetales que serían objeto de monitoreo en las campañas sucesivas. En las campañas sucesivas se extrajo muestras del mismo estrato de suelo donde se identificó presencia de raíces de las plantas presentes en el lugar.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1. Ubicación de puntos de muestreo

Durante la campaña de terreno de abril de 2006, y en forma contigua a cada pozo de monitoreo de nivel freático (ver Tabla 2.1 y Figura 2.1), se instaló una parcela circular de radio 5 m en donde se realizó una calicata para la medición de contenido de humedad del suelo, y se marcaron con placas metálicas un conjunto de ejemplares de las especies vegetales presentes. En el caso de las especies herbáceas se consideró toda la biomasa vegetal ubicada al interior de la parcela.

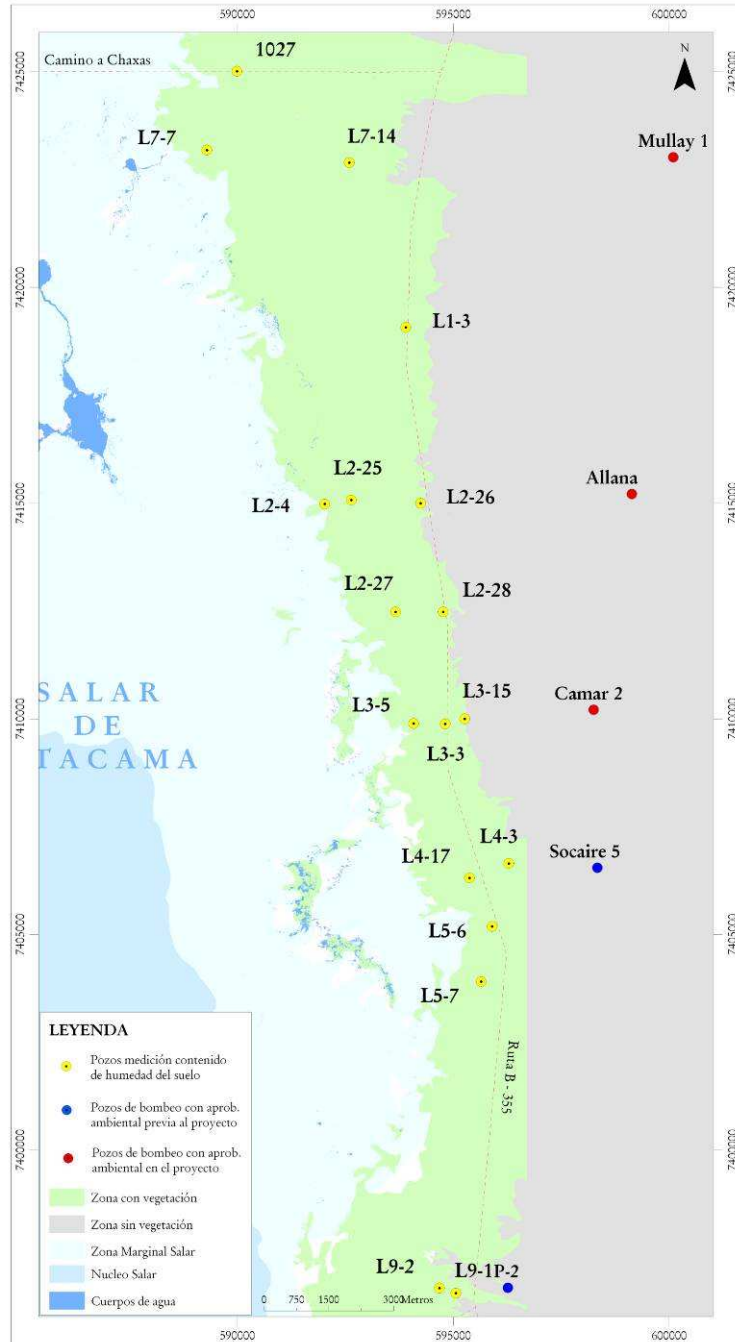
La Tabla 2.1 y Figura 2.1 indican la ubicación de los puntos de muestreo del contenido de humedad del suelo, el pozo de monitoreo de profundidad de la napa y la formación vegetal existente en cada punto.

**TABLA 2.1**  
**UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO Y ESPECIES VEGETALES PRESENTES**

Nº	Pozo	Este	Norte	Especies vegetales presentes (abril 2007)
1	I027	7.425.017	589.996	<i>Distichlis spicata</i> , <i>Nitrophilla atacamensis</i>
2	L7-7	7.423.190	589.303	<i>Juncus balticus</i> , <i>Nitrophilla atacamensis</i>
3	L7-14	7.422.900	592.600	<i>Tessaria absinthioides</i>
4	L1-3	7.419.080	593.909	<i>Atriplex atacamensis</i>
5	L2-26	7.415.000	594.250	<i>Tessaria absinthioides</i>
6	L2-25	7.415.077	592.645	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Distichlis spicata</i>
7	L2-4	7.414.984	592.031	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
8	L2-28	7.412.480	594.770	<i>Scirpus americanus</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
9	L2-27	7.412.480	593.670	<i>Distichlis spicata</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
10	L3-15	7.410.000	595.270	<i>Tessaria absinthioides</i>
11	L3-5	7.409.890	594.086	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Distichlis spicata</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
12	L3-3	7.409.882	594.816	<i>Tessaria absinthioides</i>
13	L4-3	7.406.648	596.294	<i>Acantholippia deserticola</i>
14	L4-17	7.406.312	595.380	<i>Tessaria absinthioides</i>
15	L5-6 <sup>(1)</sup>	7.405.190	595.903	<i>Tessaria absinthioides</i>
16	L5-7	7.403.910	595.653	<i>Tessaria absinthioides</i>
17	L9-2	7.396.800	594.684	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
18	L9-1	7.396.685	595.067	<i>Tessaria absinthioides</i>

(1) El pozo L5-6 reemplaza al pozo L4-7, ya que este último se encontraba fuera de la formación vegetal matorral ralo Brea - Cachiyuyo

**FIGURA 2.1**  
**UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO**



## 2.2 Contenido de humedad del suelo

El contenido de humedad del suelo se mide en un total de 18 puntos de monitoreo (Tabla 2.1 y Figura 2.1). En cada punto se realiza una calicata desde donde se obtienen las muestras de suelo para efectuar la medición del contenido de humedad en el laboratorio. En la primera campaña de monitoreo realizada en abril de 2007 se estableció la profundidad a la que se desarrollan las raíces de las especies vegetales presentes en cada punto de monitoreo, de esta forma, se seleccionó el estrato del suelo a partir del cual se extraerán las muestras para las campañas sucesivas. En esta misma campaña de monitoreo (abril de 2007), se extrajeron muestras del estrato seleccionado, las que fueron enviadas al Laboratorio Agrolab de Santiago para efectuar una caracterización de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En cada punto de muestreo se extraen tres muestras del estrato del suelo seleccionado en la primera campaña de monitoreo (abril de 2007). De esta forma la determinación del contenido de humedad en cada punto de muestreo se efectúa a partir del promedio de las tres muestras. En total se extraen 54 muestras de suelo.

La determinación del contenido de humedad del suelo se efectúa en el Laboratorio Metalúrgico de SQM Salar S.A., ubicado en el sector MOP del Salar de Atacama. Este laboratorio cuenta con equipamiento adecuado para el análisis de las muestras y tiene la ventaja de estar ubicado en forma próxima a los sectores de muestreo, lo que minimiza la pérdida de humedad de las muestras durante el traslado (condensación al interior de la bolsa).

La metodología empleada para la determinación del contenido de humedad de cada muestra contempla las siguientes etapas.

- a. Pesado de bolsas y rotulación
- b. Toma de muestras en terreno
- c. Pesado de muestras húmedas
- d. Secado y pesado de muestras secas
- e. Cálculo del contenido de humedad gravimétrico del suelo

Los detalles de cada etapa se exponen a continuación. La Figura 2.2 presenta ilustraciones del procedimiento empleado. La Tabla 2.2 indica el estrato del suelo con presencia de raíces, a partir del cual se extraen las muestras.

### a. Pesado de bolsas y rotulación

En forma previa a la toma de muestras en terreno se pesa cada una de las bolsas a utilizar. Para tales efectos, se utiliza una balanza de precisión de 0,1 gr. Posteriormente cada bolsa es rotulada con un código, registrándose su peso en un formulario. Se utilizan bolsas de polietileno transparente de 0,25mm de espesor.

b. Toma de muestras en terreno

En cada punto de monitoreo se toman tres muestras de suelo de aproximadamente 500 gr. (se extraen las partículas de más de 2 mm de diámetro) las que son introducidas en las bolsas previamente rotuladas y selladas con cinta adhesiva. Una vez tomadas las tres muestras del punto de monitoreo, se introducen en una cuarta bolsa de similares características, la que es doblada y sellada con el fin de evitar pérdidas de humedad. Las muestras son transportadas al laboratorio el mismo día que son tomadas en terreno.

La profundidad de la toma de muestras se determinó en terreno durante la campaña de abril de 2007 considerando el estrato del perfil del suelo con presencia de raíces. La Tabla 2.2 indica la profundidad del estrato seleccionado, a partir del cual se efectuará la toma de muestras en las campañas posteriores.

**TABLA 2.2**  
**PROFUNDIDAD DEL ESTRATO CON PRESENCIA DE RAICES**

N°	Pozo	Profundidad del estrato (cm.)
1	I027	17-35
2	L7-7	25-35
3	L7-14	25-45
4	L1-3	57-67
5	L2-26	40-50
6	L2-25	25-30
7	L2-4	40-50
8	L2-28	30
9	L2-27	10-45
10	L3-15	70-80
11	L3-5	35-60
12	L3-3	53-70
13	L4-3	40-50
14	L4-17	25-35
15	L5-6	55-60
16	L5-7	70-90
17	L9-2	48-70
18	L9-1	37-60

c. Pesado de muestras húmedas

En el laboratorio se pesan las muestras de suelo, sin abrir las bolsas, utilizando la misma balanza de precisión 0,1 g empleada para pesar las bolsas (ver letra a). De esta forma se determina el peso húmedo de la muestra en gramos, el que es registrado en el formulario respectivo.

d. Secado y pesado de muestras secas

Posteriormente cada muestra de suelo es extraída de su respectiva bolsa con la ayuda de una espátula, cuidando que las partículas de suelo no queden sujetas al plástico. El suelo extraído se dispone sobre una bandeja de aluminio (previamente pesada) que se lleva a una estufa de circulación de aire por 48 horas a  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , a objeto de secar la muestra y extraer el agua.

Una vez transcurridas las 48 horas, se sacan las muestras del horno y se pesan en una balanza con precisión de 0,1 g. Los resultados obtenidos son registrados en el formulario respectivo.

e. Cálculo del contenido de humedad gravimétrico del suelo

Se realiza el cálculo del contenido gravimétrico de humedad del suelo para cada muestra mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Ch}_g = (\text{Ph} - \text{Ps} / \text{Ps})$$

Donde:

$\text{Ch}_g$ : Contenido de humedad gravimétrico (gr/gr)

Ph : Peso húmedo de la muestra (gramos) menos el peso de la bolsa (gramos)

Ps : Peso seco de la muestra (gramos) menos el peso de la bandeja (gramos)



**FIGURA 2.2**  
**METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**



Etapa B: Toma de datos en terreno. Excavación de calicatas



Etapa B: Toma de datos en terreno. Embolsado de muestras en terreno



Etapa C: Pesado de muestras húmedas. Balanza de precisión.



Paso D: Secado y pesado de muestras secas. Extracción de la muestra de suelo con espátula.



Paso D: Secado y pesado de muestras secas. Estufa con circulación de aire utilizada para secar las muestras.



Paso D: Secado y pesado de muestras secas. Muestras secas en proceso de pesado.

### 2.3 Estado vital de la vegetación

Durante la primera campaña de monitoreo realizada en abril de 2007 se instaló una parcela circular de radio 5 metros en el sector con vegetación más próximo a cada pozo de monitoreo de profundidad de la napa. En cada parcela se marcó un total de 10 ejemplares de las especies arbustivas presentes en el lugar. En el caso de las especies herbáceas se consideró toda la biomasa presente en la parcela. En el caso de existir menos de 10 ejemplares al interior de la parcela, se marcaron y midieron todos los ejemplares presentes. La marcación se efectuó mediante la instalación de placas de aluminio numeradas (Figura 2.2-A). En las campañas posteriores se miden los mismos ejemplares marcados.

Para cada ejemplar marcado se miden los siguientes atributos:

- a. Altura. Con una huincha se registró la altura en cm. (Figura 2.2-B). Se mide la altura que presenta el follaje fotosintéticamente activo (verde). En el caso de que un individuo presente 0% de copa verde, este atributo no se mide. No se mide altura de especies herbáceas.
- b. Porcentaje de copa verde. De acuerdo con las siguientes categorías:

**TABLA 2.3**  
**CATEGORÍAS DE % DE COPA VERDE**

Categoría	Porcentaje (%)
1	0
2	<5
3	5-25
4	25-50
5	50-75
6	75-100

- c. Vigor. De acuerdo con las siguientes categorías:

**TABLA 2.4**  
**CATEGORÍAS DE VIGOR**

Categoría	Vigor
1	Plantas secas
2	Muy débil sin producción de frutos, con signos de ataque de patógenos
3	Débil, capaz de producir algunos frutos, signos leves de ataque de patógenos
4	Crecimiento normal, producción de frutos, sin signos de patógenos
5	Excepcionalmente vigoroso

d. Fase Fenológica. De acuerdo con las siguientes categorías:

**TABLA 2.5**  
**FASES FENOLOGICAS**

Categoría	Fase fenológica
1	Senescente
2	Crecimiento vegetativo
3	Floración
4	Fructificación

Adicionalmente se efectúa un registro fotográfico de los ejemplares marcados.

**FIGURA 2.3**  
**MEDICIÓN DEL ESTADO VITAL DE LA VEGETACIÓN**



A.-Rotulación de individuos



B.- Medición de altura de los individuos

## 2.4 Profundidad de la napa subterránea

La medición de la profundidad de la napa subterránea se realizó según la siguiente metodología.

a. Ubicación del punto de medición.

La ubicación de los pozos de monitoreo del nivel freático fueron registrados con GPS y su nivel de altitud (cota) obtenido mediante un levantamiento topográfico. Esta información se utiliza para medir el nivel de la napa subterránea tomando como referencia el nivel del mar. Posteriormente y utilizando esta información se calcula la profundidad de la napa respecto de la superficie.

b. Medición de la profundidad de la napa subterránea mediante Pozómetro

La profundidad de la napa subterránea se realiza con un instrumento llamado pozómetro (Figura 2.3-A), que consiste en una cinta resistente graduada al milímetro que cuenta en uno de sus extremos con un sensor que detecta la presencia del agua. Para facilitar su

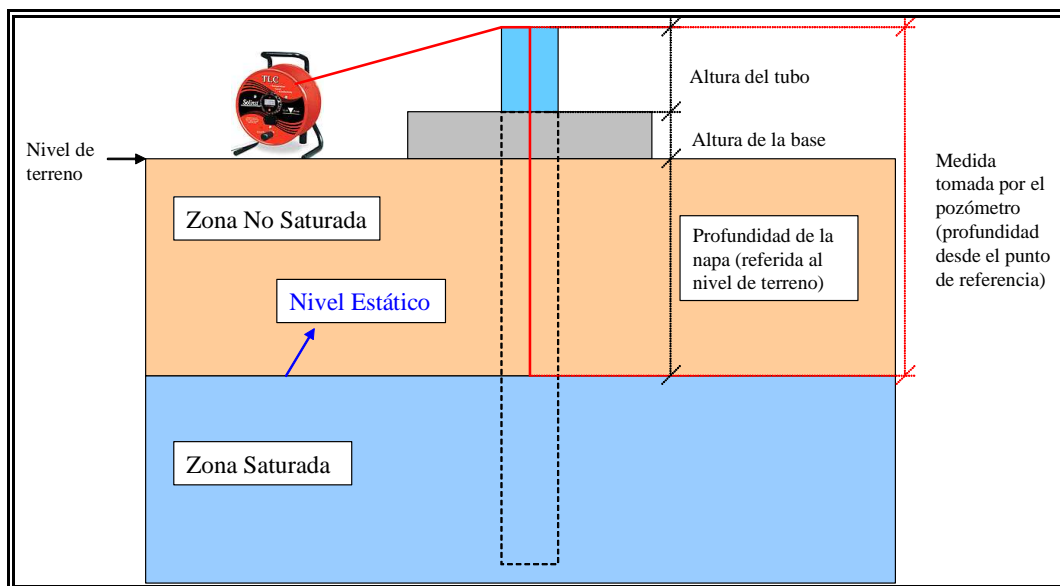
utilización la cinta se enrolla con ayuda de una manivela en un carrete diseñado especialmente.

La medida que se realiza en terreno corresponde a la distancia entre el extremo superior del tubo que sobresale en la superficie y la napa o el “espejo de agua”. Para obtener la verdadera profundidad a la que se encuentra la napa, es decir, la profundidad referida al nivel de terreno y no al extremo del tubo sobresaliente, se debe restar al valor registrado por el pozómetro la altura de dicho tubo y la altura de la base de cemento que rodea a dicho tubo (Figura 2.3-B).

**FIGURA 2.4  
METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE LA NAPA**



A.- Pozómetro



B.- Esquema de la medición con pozómetro de la profundidad de la napa en un pozo

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

#### 3.1. Propiedades edafológicas de cada punto de muestreo

La Tabla 3.1 muestra las principales propiedades edafológicas (textura, densidad aparente, porosidad total, % de materia orgánica y conductividad eléctrica) del suelo para los 18 puntos de monitoreo las que fueron obtenidas del estudio edafológico que se llevó a cabo durante la primera campaña de monitoreo en el mes de Abril de 2007. El detalle de este estudio fue reportado a la autoridad en el Informe Anual N°1 del Monitoreo de Componentes Bióticos y Físicos. En el Anexo I del presente informe se presenta una síntesis de resultados del estudio anteriormente mencionado.

**TABLA 3.1**  
**PROPIEDADES EDAFOLÓGICAS DE CADA PUNTO DE MUESTREO**

N°	Punto muestreo	Profundidad Muestra (cm.)	Textura	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad total (%)	Materia orgánica (%)	Conductividad eléctrica e.s. (dS/m a 25 °C)
1	1027	17-35	Franco	0,76	70	3,8	5,5
2	L7-7	25-35	Arenoso	1,22	50	1,5	10,5
3	L7-14	25-45	Franco arenoso	1,00	62	0,5	3,8
4	L1-3	57-67	Franco arenoso	1,30	50	0,2	34,4
5	L2-26	40-50	Franco arenoso	1,02	60	0,7	62,0
6	L2-25	25-30	Franco arenoso	0,75	63	2,5	165,0
7	L2-4	40-50	Franco limoso	0,56	50	6,6	88,9
8	L2-28	30	Franco arenoso	1,09	59	0,6	10,5
9	L2-27	10-45	Franco limoso	1,08	54	0,8	42,0
10	L3-15	70-80	Franco arenoso	1,22	54	0,2	29,0
11	L3-5	35-60	Arcillo limoso	1,07	58	0,9	61,9
12	L3-3	53-70	Franco arenoso	1,11	58	0,2	11,6
13	L4-3	40-50	Areno francoso	1,56	42	0,2	4,6
14	L4-17	25-35	Franco limoso	0,81	69	0,7	17,2
15	L5-6	55-60	Franco arenoso	1,04	60	0,2	1,7
16	L5-7	70-90	Franco limoso	0,88	66	0,7	10,3
17	L9-2	48-70	Franco limoso	0,97	62	0,7	4,9
18	L9-1	37-60	Franco arenoso	1,15	56	0,5	6,9

### 3.2 Contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa

A continuación se presentan los resultados de las mediciones del contenido de humedad del suelo y la profundidad de la napa para las tres campañas de monitoreo pre-operacionales (Abril, Julio y Octubre) realizadas durante el año 2007.

**TABLA 3.2**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA DE LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO. CAMPAÑAS DE ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007**

Pozo	CH gravimétrico (gr./gr.)			Profundidad Napa		
	Abril 2007	Julio 2007	Oct. 2007	Abril 2007	Julio 2007	Oct. 2007
1027	0,753	0,806	0,776	<sup>2</sup>	0,442	0,394
L7-7	0,453	<sup>1</sup>	0,713	<sup>2</sup>	0,545	0,405
L7-14	0,217	0,237	0,275	<sup>2</sup>	1,565	1,540
L1-3	0,040	0,024	0,012	<sup>2</sup>	6,527	6,525
L2-26	0,183	<sup>1</sup>	0,142	<sup>2</sup>	3,517	3,523
L2-25	1,079	0,987	0,974	<sup>2</sup>	0,563	0,561
L2-4	0,838	0,759	0,731	<sup>2</sup>	0,798	0,785
L2-28	0,183	<sup>1</sup>	0,131	<sup>2</sup>	2,733	2,715
L2-27	0,496	0,568	0,515	<sup>2</sup>	0,864	0,850
L3-15	0,066	<sup>1</sup>	0,078	<sup>2</sup>	2,980	2,980
L3-5	0,524	<sup>1</sup>	0,525	<sup>2</sup>	0,013	-0,001 <sup>(3)</sup>
L3-3	0,133	0,097	0,166	<sup>2</sup>	2,910	2,895
L4-3	0,004	0,004	0,005	<sup>2</sup>	5,298	5,327
L4-17	0,242	<sup>1</sup>	0,208	<sup>2</sup>	1,769	1,758
L5-6	0,198	0,183	0,215	<sup>2</sup>	1,735	1,705
L5-7	0,338	0,272	0,349	<sup>2</sup>	1,520	1,479
L9-2	0,097	0,120	0,141	<sup>2</sup>	4,120	4,087
L9-1	0,115	0,094	0,075	<sup>2</sup>	5,645	5,620

<sup>1</sup> Estas muestras no presentan datos de contenido de humedad del suelo debido a que debieron ser descartadas por presentar valores fuera de rango.

<sup>2</sup> Para la campaña de abril de 2007 no existen datos de profundidad de la napa ya que en esa fecha no se encontraban habilitados los pozos de monitoreo

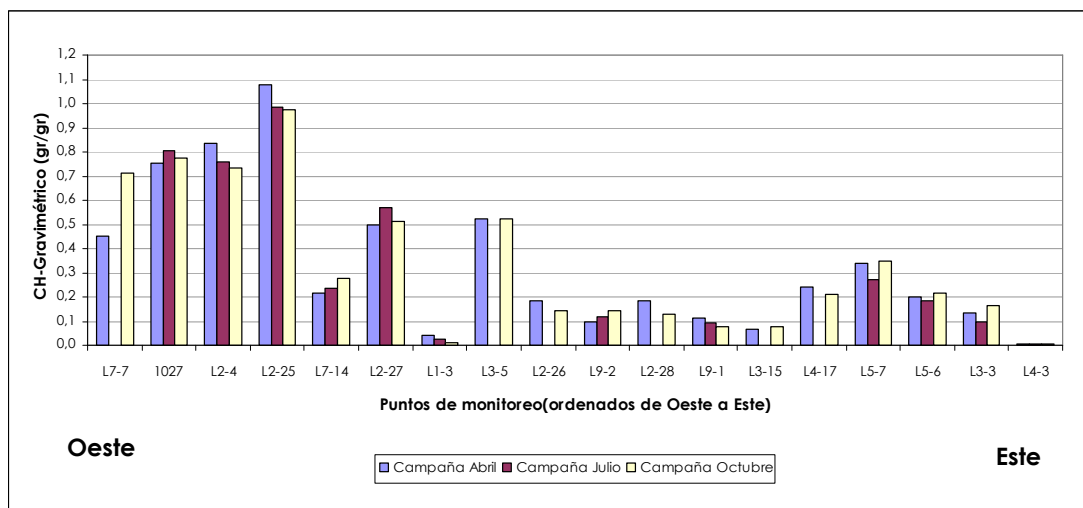
<sup>3</sup> El nivel freático se encontraba a nivel de terreno, registrándose afloramiento.

La Figura 3.1 muestra el comportamiento del contenido de humedad del suelo en los 18 puntos de medición evaluados en las 3 campañas de monitoreo del año 2007 (abril, julio y octubre). Para la campaña de julio de 2007 los pozos de monitoreo L7-7, L2-26, L2-28, L3-15, L3-5 y L4-17 no presentan datos de contenido de humedad del suelo debido a que éstas muestras debieron ser descartadas por presentar valores fuera de rango.

Los puntos de medición de la Figura 3.1 se encuentran ordenados de oeste a este. Se puede observar que los mayores valores de contenido de humedad del suelo se ubican cercanos al núcleo del salar (hacia el oeste), mientras que los valores más bajos se ubican en puntos de muestreo lejanos al núcleo (hacia el este). La excepción la constituye el pozo L1-3 el que presentó bajos valores (< 0,02 gr/gr) para las 3 campañas de monitoreo (abril, julio y octubre). En general se observó que durante las 3 campañas realizadas durante el año 2007 (abril, julio

y octubre) los puntos de muestreo no presentaron grandes variaciones del contenido de humedad del suelo, a excepción del pozo L7-7 que mostró un aumento de 0,45 a 0,71 gr/gr entre las campañas de abril y octubre.

**FIGURA 3.1**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO**  
**EN LAS CAMPAÑAS DE ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007.**



En el caso de los puntos de monitoreo L1-3, L2-26, L2-25, L2-4, L2-28, L4-17 y L9-1 se observó un leve descenso del contenido de humedad del suelo entre campañas de monitoreo, por el contrario, en los puntos de monitoreo L7-7, L7-14, L3-15 y L9-2 se observaron leves aumentos del contenido de humedad durante las 3 campañas de monitoreo. Los pozos 1027, L-2-27, L3-3, L5-6 y L5-7 presentaron un comportamiento irregular durante las 3 campañas de monitoreo aumentando o disminuyendo su contenido de humedad. Los pozos L3-5 y L4-3 fueron los que mantuvieron sus valores de contenido de humedad más estables a lo largo del año.

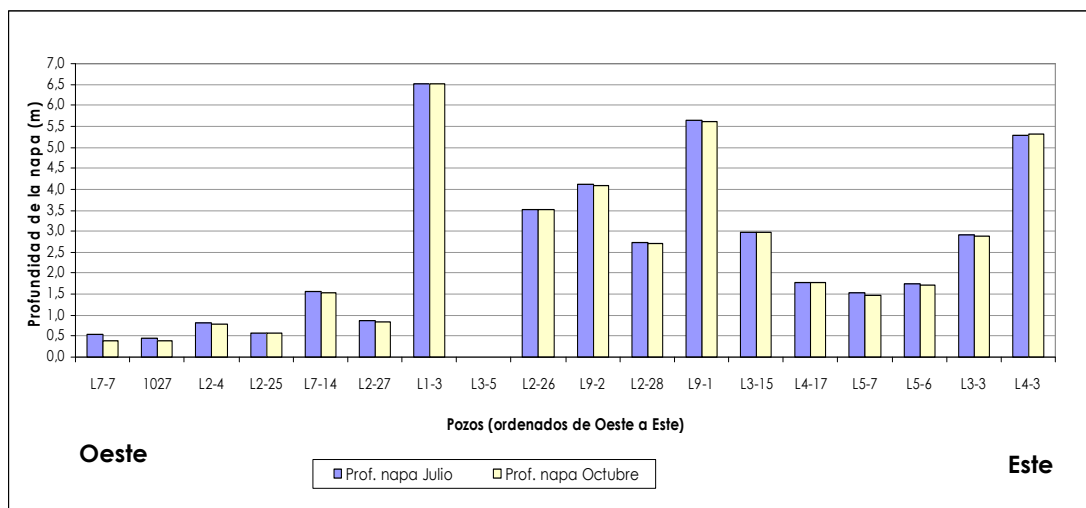
Cabe señalar que a la fecha de ejecución de estas campañas los pozos de extracción de agua del proyecto (Mullay 1, Allana y Camar 2) no se encontraban en operación, por lo que las variaciones observadas entre las campaña, corresponden a variaciones propias (naturales) del sistema.

La Figura 3.2 muestra el comportamiento que ha tenido la profundidad de la napa en los 18 pozos de monitoreo durante las 3 campañas llevadas a cabo el año 2007 (abril, julio y octubre). Los pozos están ordenados en sentido oeste-este

En la Figura 3.2 se aprecia que los pozos de monitoreo presentaron profundidades que van desde 0 m (es decir, el agua se encuentra a nivel de la superficie), como en el caso del Pozo L3-5, hasta 6,5 metros en el caso del Pozo L1-3. En general, se observa que los pozos ubicados hacia el oeste presentan menores profundidades que los pozos ubicados hacia el este. Esto se debe a que los sectores más cercanos al núcleo del salar presentan una napa subterránea

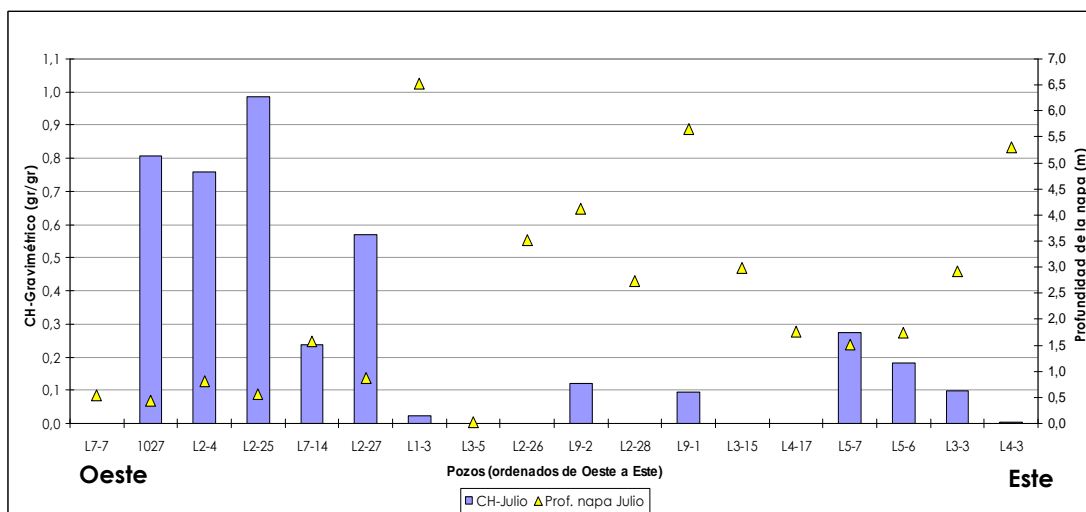
superficial, la que aumenta en profundidad en dirección hacia el este. La profundidad de la napa no presentó grandes variaciones entre fechas de medición mostrando un comportamiento similar en todos los pozos de monitoreo.

**FIGURA 3.2**  
**PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 POZOS**  
**EN LAS CAMPAÑAS DE ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007.**



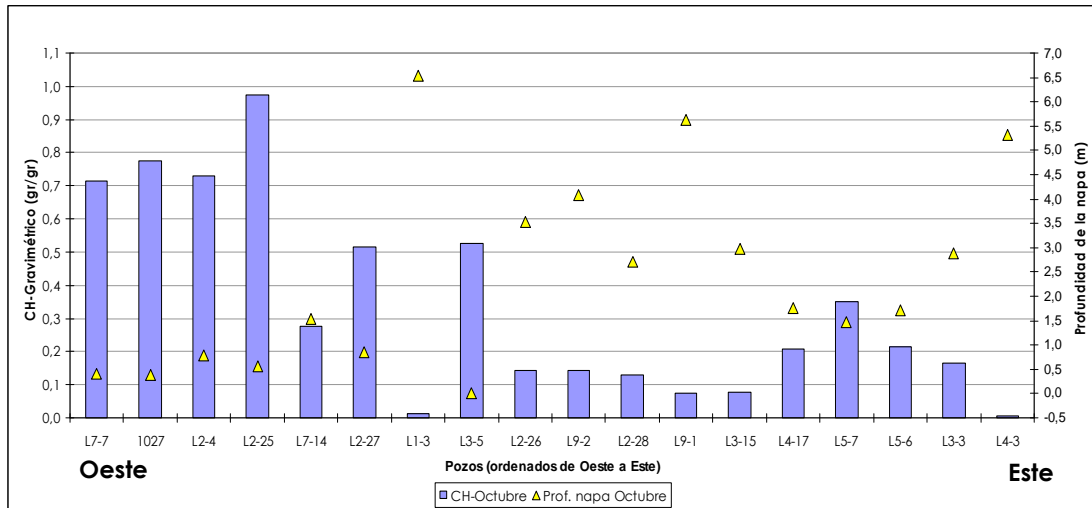
**NOTA:** El pozo L3-5 presentó valores de profundidad de napa cercanos a cero metros en las dos fechas de medición, razón por la cual, en el gráfico no se aprecian las barras. El detalle de los valores de profundidad observados en este pozo (y en todos los pozos de monitoreo) se indica en la Figura 3.3.

**FIGURA 3.3**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO V/S PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE**  
**MONITOREO. CAMPAÑA DE JULIO 2007.**





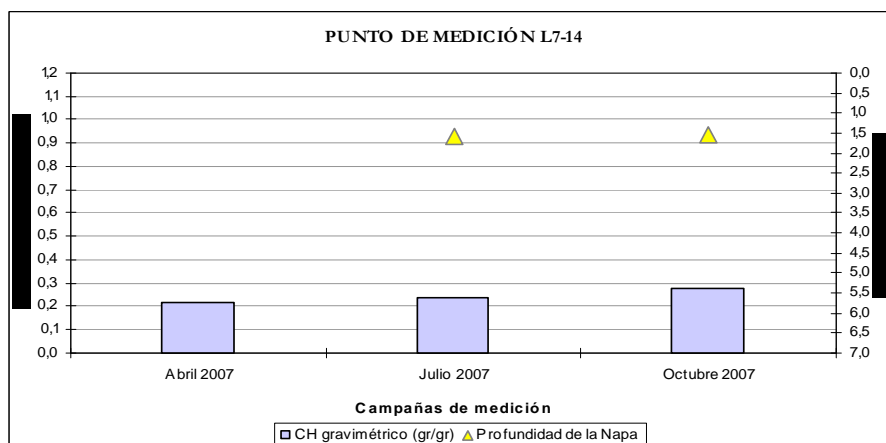
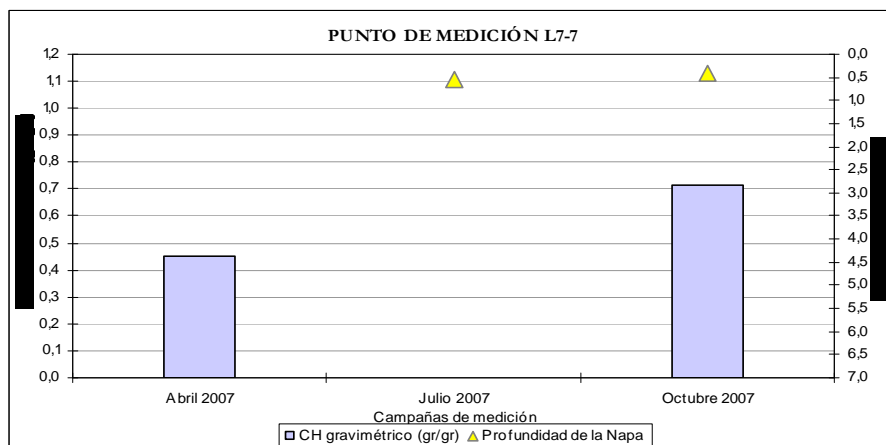
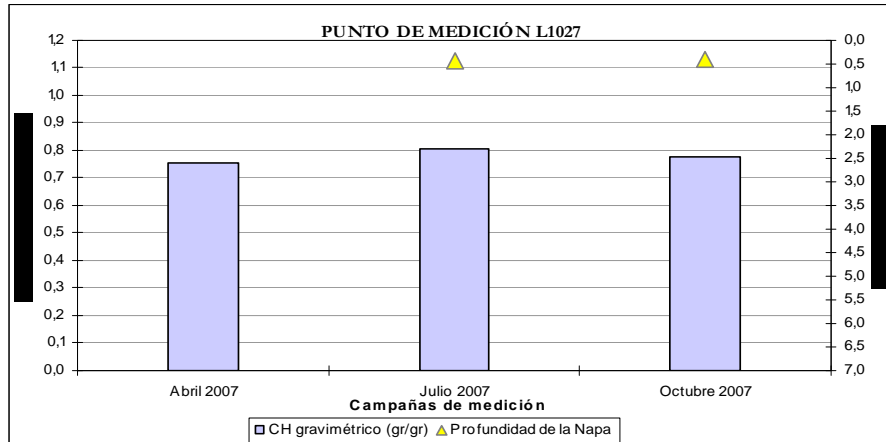
**FIGURA 3.4**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO V/S PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO. CAMPAÑA DE OCTUBRE 2007.**



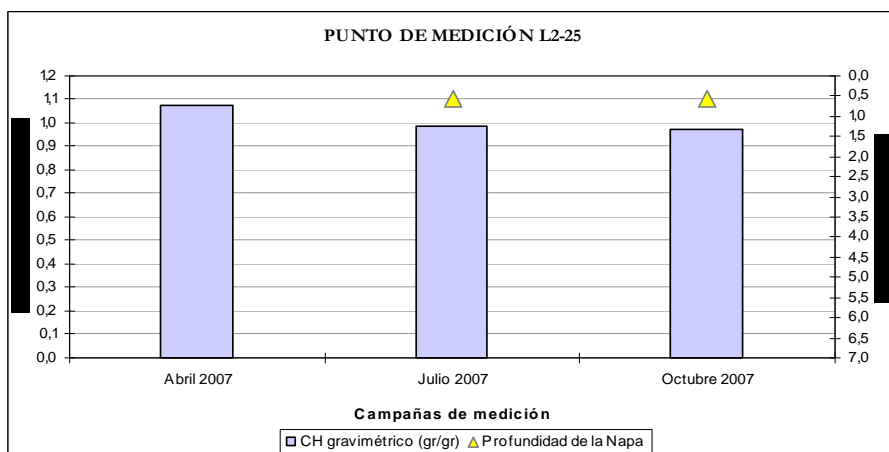
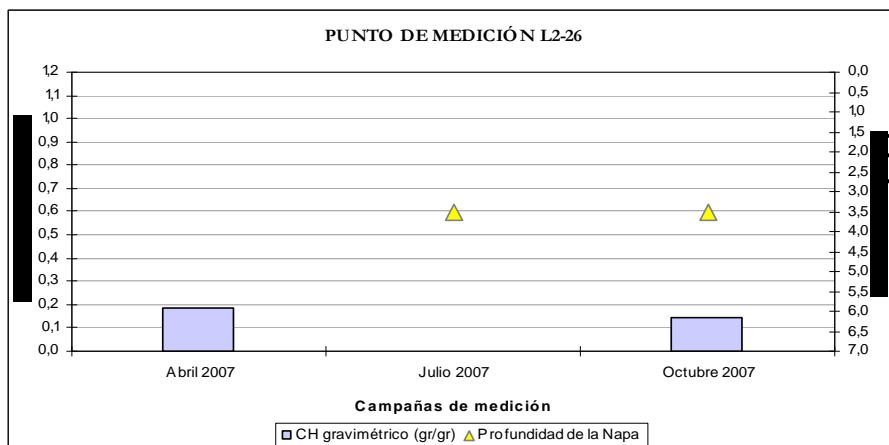
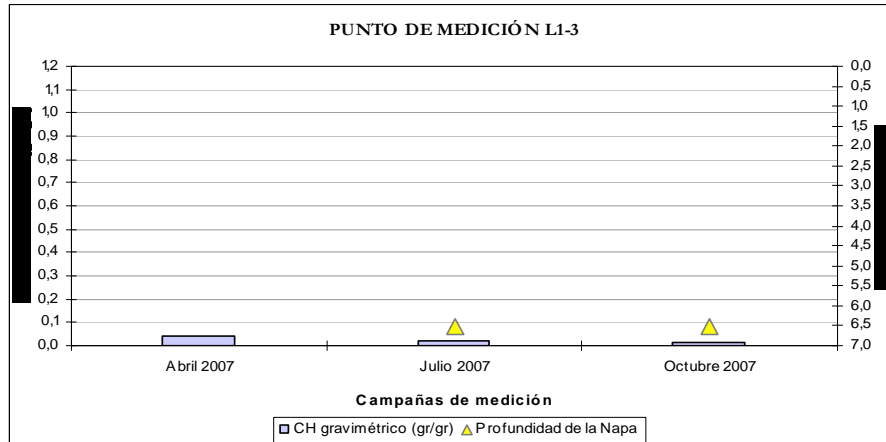
Las figuras 3.3 y 3.4 muestran el contenido de humedad gravimétrica del suelo (gr/gr) versus la profundidad de la napa en los 18 puntos de monitoreo para las campañas de julio y octubre de 2007, la campaña de abril de 2007 no presenta datos de profundidad de la napa (a esta fecha no se encontraban habilitados los pozos) razón por la cuál no presenta gráfico explicativo.

Del análisis de las figuras 3.3 y 3.4 es posible señalar que existe una relación inversa entre contenido de humedad y profundidad de la napa para ambas campañas de monitoreo. Es decir, los puntos de monitoreo con alto contenido de humedad del suelo presentaron a su vez baja profundidad de napa subterránea. Este comportamiento es esperable, por cuanto en los sectores donde la napa subterránea se encuentra cerca de la superficie, el agua sube por capilaridad hacia los horizontes más superficiales del suelo, alcanzando el estrato donde se desarrollan las raíces de las plantas (estrato donde se extraen las muestras para la determinación del contenido de humedad del suelo). Esto se puede observar en detalle para cada punto de muestreo en la Figura 3.5, a continuación.

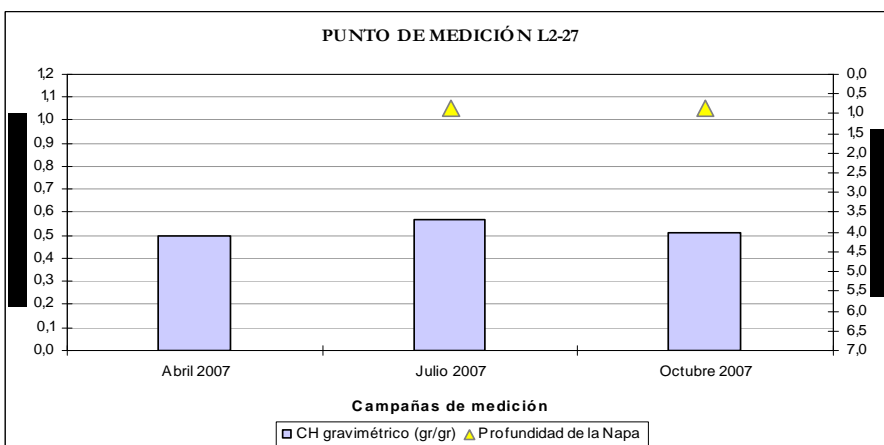
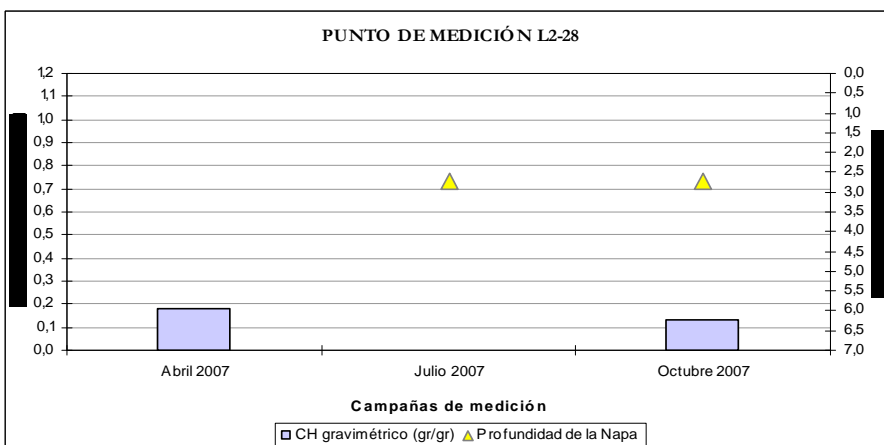
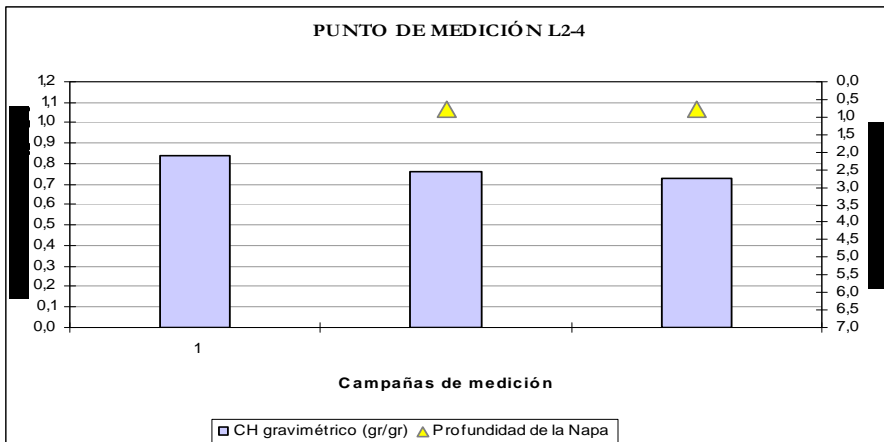
**FIGURA 3.5**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO (CAMPAÑAS ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007).**



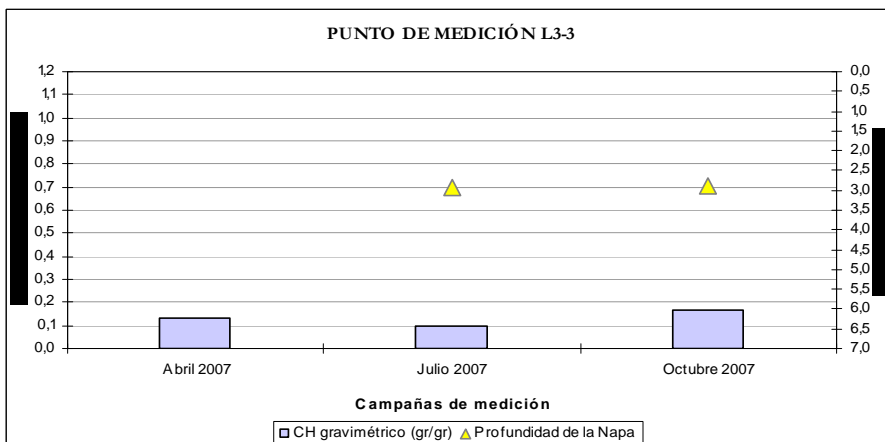
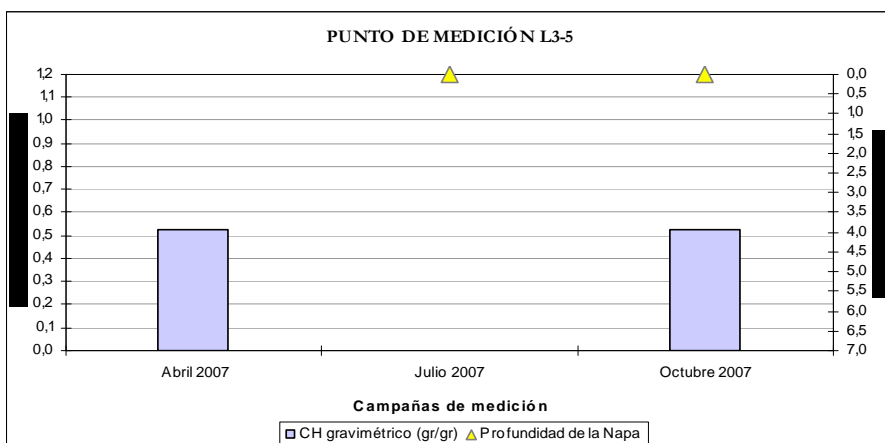
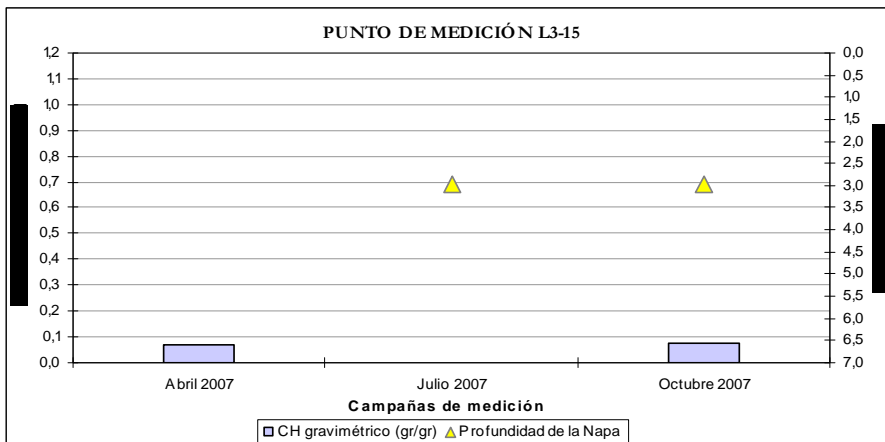
**FIGURA 3.5**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO (CAMPAÑAS ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007).**



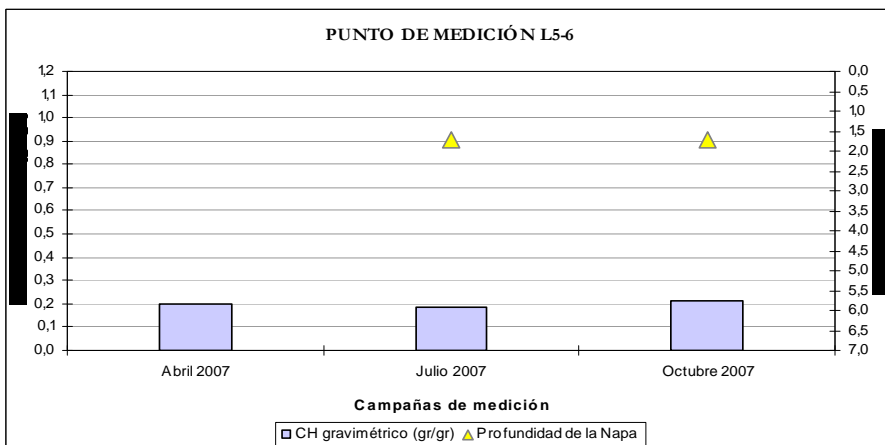
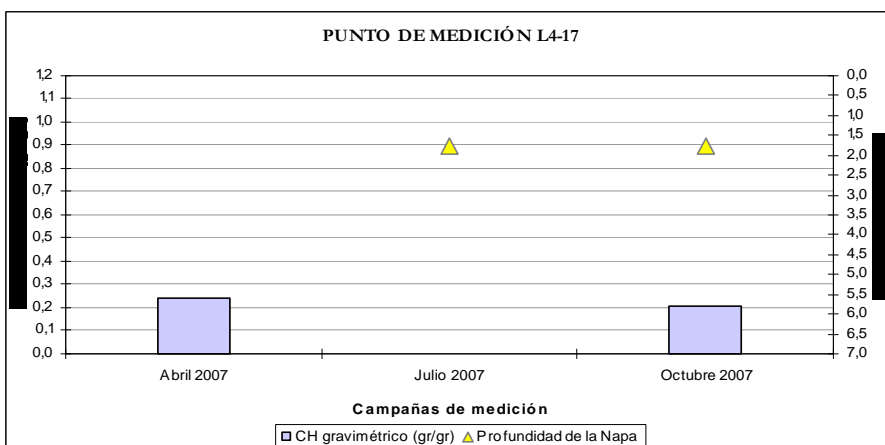
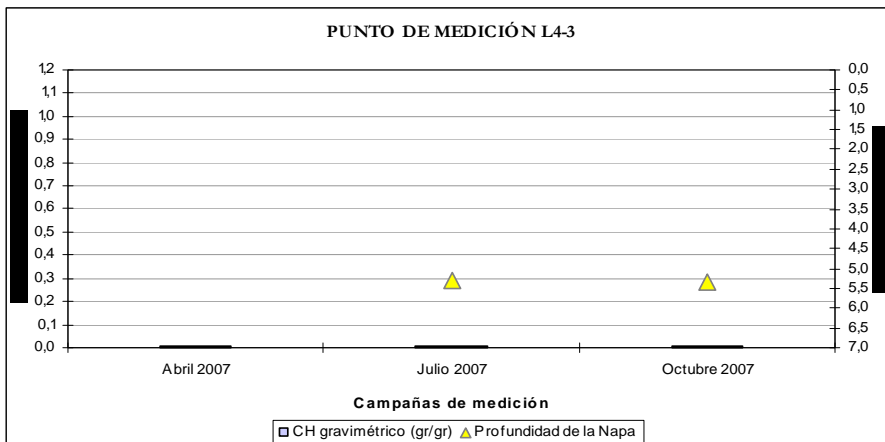
**FIGURA 3.5**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO (CAMPAÑAS ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007).**



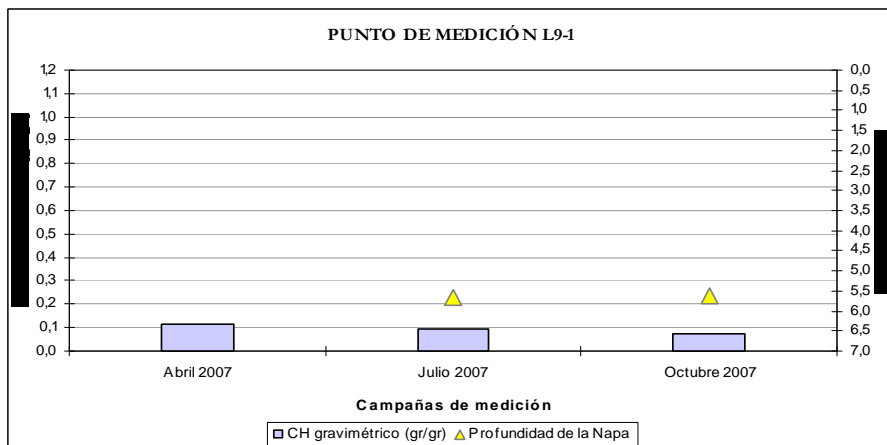
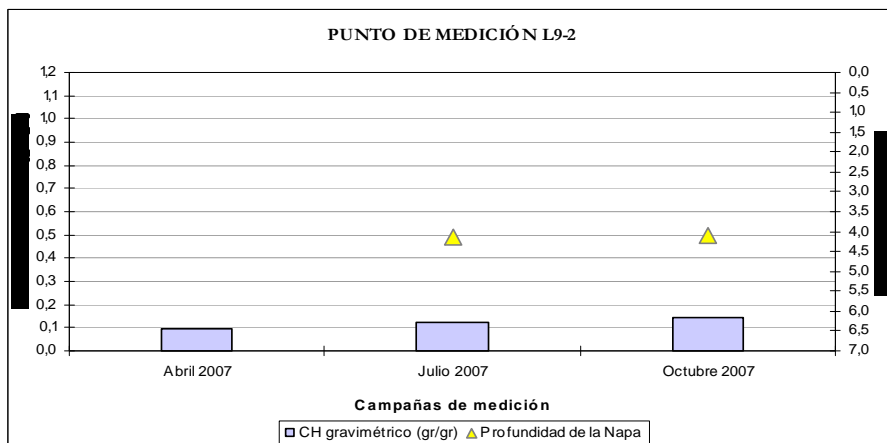
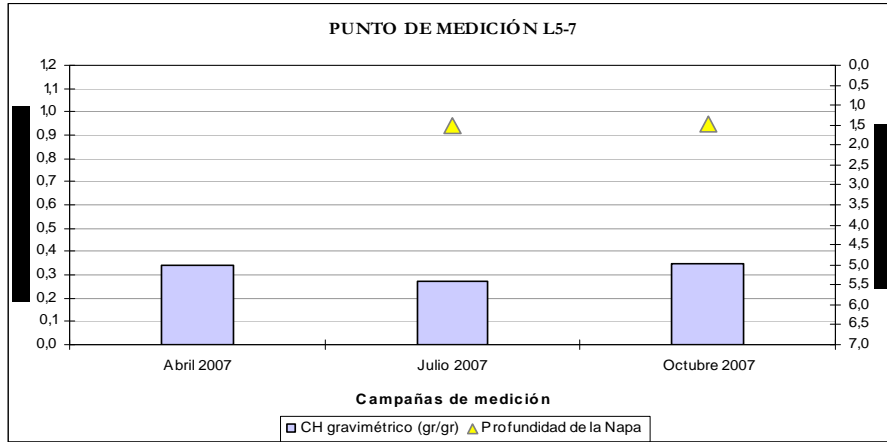
**FIGURA 3.5**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO (CAMPAÑAS ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007).**



**FIGURA 3.5**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO (CAMPAÑAS ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007).**



**FIGURA 3.5**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO (CAMPAÑAS ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007).**



### 3.4 Estado vital de la vegetación

Para las 3 campañas de monitoreo (abril, julio y octubre) se realizaron mediciones de altura, % de copa verde, vigor y fenología de los ejemplares seleccionados en los 18 puntos de muestreo.

Cabe señalar que a la fecha de ejecución de estas campañas los pozos de extracción de agua del proyecto (Mullay 1, Allana y Camar 2) no se encontraban en operación por lo que las variaciones observadas entre las campaña, corresponden a variaciones propias (naturales) del sistema o a factores ajenos al proyecto (extracción humana o de animales).

#### 3.4.1 Especies vegetales presentes

La Tabla 3.3 indica las especies presentes en los 18 puntos de muestreo en las 3 campañas de monitoreo llevadas a cabo durante el año 2007 (abril, julio y octubre). Las X indican las fechas para las cuales se observaron las especies indicadas.

**TABLA 3.3**  
**ESPECIES VEGETALES PRESENTES EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO.**  
**CAMPAÑAS DE ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007**

N°	Especies	Campañas de monitoreo año 2007		
		Abril	Julio	Octubre
1	Gramma salada ( <i>Distichlis spicata</i> )	X	X	X
2	Brea ( <i>Tessaria absinthioides</i> )	X	X	X
3	Cachiyuyo ( <i>Atriplex atacamensis</i> )	X	X	X
4	Rica rica ( <i>Acantholippia deserticola</i> )	X		
5	Nitrofila ( <i>Nitrophilla atacamensis</i> )	X	X	X
6	Junco ( <i>Juncus balticus</i> )	X	X	X
7	Cirpus ( <i>Scirpus americanus</i> )	X		

Para la campaña de abril de 2007 se observó un total de 7 especies, en tanto para la campaña de julio de 2007 se observaron 5 especies. En efecto, en la campaña de julio no se encontró la especie *Acantholippia deserticola* y *Scirpus americanus*, la primera de ellas fue arrancada quedando solo una pequeña parte del tronco a ras de suelo (tocón). La segunda especie pudo haber sido arrancada por personas o animales. Por tal razón, en la campaña de octubre se observaron las mismas 5 especies que en la campaña de julio.

#### 3.4.2 Fenología

Para la campaña de abril de 2007 la mayoría de las especies presentes se encontraban en periodo de crecimiento vegetativo, con producción de flores o frutos. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo II.1



En la campaña de julio de 2007, la mayoría de las especies presentes se encontraban en periodo de senescencia con gran parte de su biomasa aérea totalmente seca y presencia de flores o frutos secos de la temporada pasada. 28 individuos de *Tessaria absinthioides* y 1 de *Atriplex atacamensis* presentaban daño por ramoneo en sus ramas lo que se atribuye a la presencia de burros los que dejan excrementos y huellas en las parcelas. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo II.2

Para la campaña de octubre de 2007 la mayoría de las especies presentes se encontraban saliendo del periodo de recesión invernal y comenzando su crecimiento vegetativo, lo que se evidenció a partir de la observación de gran cantidad de pequeños brotes verdes, junto con la biomasa aérea seca correspondiente al periodo de crecimiento vegetativo de la temporada anterior. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo II.3.

### 3.4.3 Vigor y porcentaje de copa verde

En cuanto al vigor, en la campaña de abril de 2007 la mayor parte de los ejemplares muestreados pertenecieron a la categoría "crecimiento normal" (80%), aunque fue posible observar algunos individuos en categoría "débil" (19%). El porcentaje de copa verde presentó gran variación entre puntos de muestreo, entre especies y aún entre ejemplares de la misma especie ubicados en la misma parcela de medición. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo II.1

Durante la campaña de julio de 2007, se observan porcentajes de copa verde cercanos a cero debido a que la mayor parte de las especies presentes en el salar de Atacama pierden su biomasa aérea en el período de receso invernal. La excepción la constituyen las especies *Atriplex atacamensis* y *Acantholippia deserticola* que mantienen follaje verde durante todo el año. Especies como *Distichlis spicata* y *Tessaria absinthioides* pierden completamente su follaje en invierno y comienzan a rebrotar en primavera. En el caso de los ejemplares que se encontraban completamente secos (% copa verde = 0), la medición de vigor no se realizó. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo II.2

En la campaña de octubre de 2007, se observó que el 57% de los ejemplares muestreados pertenecieron a la categoría de vigor correspondiente a "crecimiento normal". 8 individuos de la especie *Tessaria absinthioides* y 5 de *Atriplex atacamensis* presentaron daño por ramoneo en sus ramas lo que se atribuye a la presencia de burros, los que dejan excrementos y huellas en las parcelas. El 43% de los ejemplares muestreados presentaron 0% de copa verde debido a que aún no han comenzado su crecimiento vegetativo post receso invernal. El 38% presenta un porcentaje de copa verde inferior al 5% producto del incipiente rebrote observado en *Distichlis spicata* y *Tessaria absinthioides*. El restante 19% presentó porcentajes de copa verde superiores al 5% y corresponden en su gran mayoría a ejemplares de la especie perennifolia *Atriplex atacamensis*, la que no pierden su follaje durante el invierno. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo II.3.