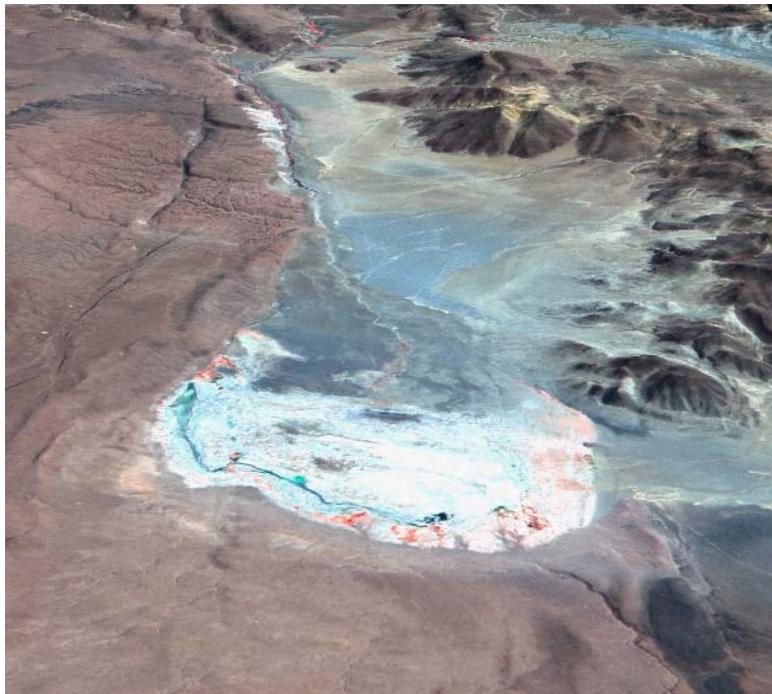




GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
DIVISION DE PROTECCION DE RECUNOS NATURALES RENOVABLES
REGIÓN METROPOLITANA

DESCRIPCIÓN VEGETACIONAL SALAR DEL HUASCO I REGION DE TARAPACA



Ejecutado por:



Encargado: Luis Faúndez Yancas
Ingeniero Agrónomo.

Santiago, Diciembre 2005.

Estudio “Descripción Vegetacional del Salar del Huasco, Región de Tarapacá, Chile”

Empresa Ejecutora:

Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Profesional Encargado del Estudio:

Luis Faúndez Yancas
Ingeniero Agrónomo.

Autores:

Luis Faúndez Yancas (Ing. Agrónomo)

Miguel Escobar Vera (Técnico Agropecuario)

Contraparte Técnica:

Mario Ahumada
Ingeniero Agrónomo
Jefe del Subdepartamento de Sistemas de Información Geográfica
Ministerio de Agricultura
Servicio Agrícola y Ganadero

INDICE

1 ANTECEDENTES	3
2 OBJETIVOS	5
Objetivo General	5
Objetivos específicos	6
3 METODOLOGÍA.....	6
3.1 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES.....	6
3.2 INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE IMÁGENES QUICK BIRD.....	6
3.3 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN AZONAL DEL SALAR DEL HUASCO.	10
3.4 ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN.	10
4 RESULTADOS.....	12
4.1 VEGETACION AZONAL.....	12
4.1.1 Líneas de Evaluación.....	12
4.1.2 Tipología vegetacional.	16
4.1.3 Análisis Digital.....	19
4.1.4 Cartografía de la Vegetación.....	22
Tipo Vegetacional Bofedal:.....	24
Tipo Vegetacional Vega salina:	26
Tipo Vegetacional Pajonal salino:.....	28
Tipo Vegetacional Llaretillar:	31
Tipo Vegetacional Pupusal:	31
Tipos Vegetacionales Mixtos:	34
Tipología Pajonal salino – Bofedal:.....	34
Tipología Pajonal salino – Vega salina:	34
Tipología Pajonal salino – Pupusal:	35
Tipología Llaretillar – Pajonal salino.....	35
5 ANÁLISIS FINAL Y RECOMENDACIONES DE MONITOREO.....	37
6 ANEXOS	I
6.1 ANEXO TABLAS	I
6.2 ANEXO FIGURAS	XVI
6.3 ANEXO FOTOGRAFÍAS.....	XVIII

1 ANTECEDENTES

Los humedales de altura corresponden a sistemas ecológicos azonales hídricos, correlacionados con un aporte hídrico permanente y constante durante la temporada de crecimiento (fines de primavera, verano e inicios de otoño) y que, desde el punto de vista de la vegetación, se caracterizan por su presencia en ambientes normalmente árido-fríos, en el caso chileno asociados a la cordillera de los Andes, y solo puntualmente a la cordillera de la Costa, en donde en medio de matrices arbustivas o herbáceas de escaso o bajo cubrimiento (inferiores a 50 % normalmente) y baja estratificación (habitualmente inferiores a 1 m) aparecen resaltando con su mayor actividad vegetativa y sus mayores cubrimientos (normalmente sobre el 50 %). Además, corresponden a los sistemas de mayor productividad en las áreas en las cuales se ubican, no obstante su menor superficie, constituyéndose en elementos funcionales de alta significación para los ecosistemas relacionados.

Si bien hasta la fecha no existen evaluaciones precisas respecto a la ubicación y superficie de estos tipos vegetacionales en la cordillera de los Andes de Chile y por lo tanto no se cuenta con una valoración de cada uno de ellos y su funcionalidad, se asume su importancia individual de modo tal que cualquier alteración de ellos resulta altamente significativa.

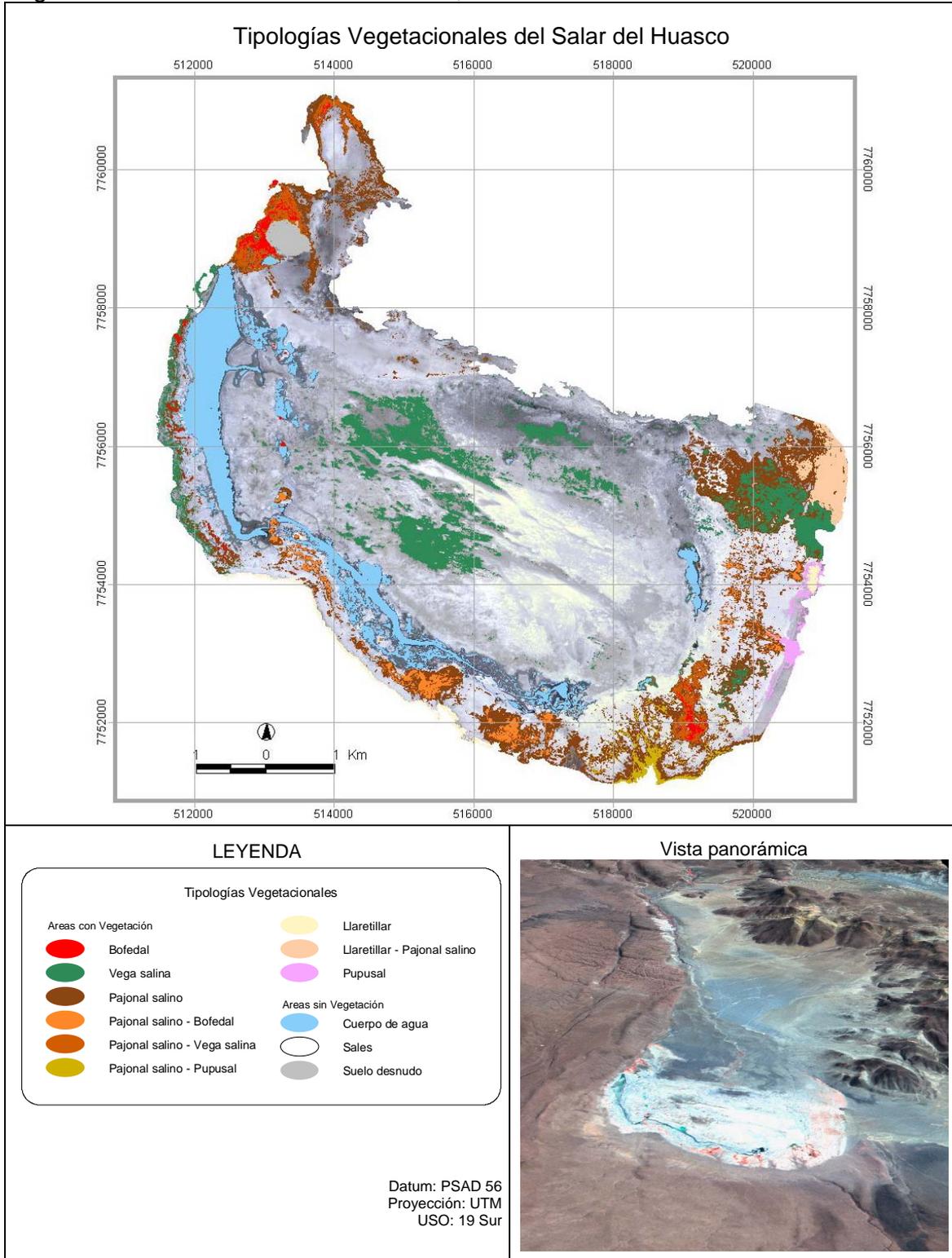
La vegetación de estos sistemas normalmente recibe varias denominaciones según el área cultural en que se inserten, así en el extremo norte del país, (región de Tarapacá y Antofagasta) normalmente se les denomina “bofedales” o “vegas, mientras que hacia al sur reciben el nombre de “vegas de altura” o simplemente “vegas precordilleranas”, que es el nombre en la cordillera de la zona central de Chile. Más al sur, especialmente en la región de la Araucanía se denominan “mallines” o “mallines de altura”. Si bien estos nombres se aplican indistintamente a la vegetación de humedales, se han desarrollado definiciones para ambos tipos, principalmente con fines de caracterización y conservación de ellos en la zona norte del país¹².

¹ **Vega:** Estrata herbácea densa a muy densa (más de 50 % de cubrimiento), de baja a mediana altura (menos de 1 m), con una fisonomía plana o con escaso microrelieve, dominadas por especies rizomatosas, de las familias *Cyperaceae*, *Juncaceae* y *Poaceae*.

Bofedal: Estrata herbácea densa a muy densa (más de 50 % de cubrimiento), de baja a mediana altura (menos de 1 m), con una fisonomía determinada por un microrelieve fuertemente ondulado con una intrincada red de canales o cursos de agua corriente, lo que se relaciona directamente con la dominancia de especies en cojines, de las familias *Cyperaceae* y *Juncaceae*.

² FAUNDEZ L Y GAJARDO M. 1993. Estudio de humedales: las vegas y bofedales de la I y II región. 16 p, Diagramas. In CASTRO M, BAHAMONDES M, SALAS H, AZOCAR P Y FAUNDEZ L. 1993. Identificación y ubicación de vegas y bofedales de las regiones Primera y Segunda. Informe Mecanografiado. Depto Estudios S.I.T. N° 19, D.G.A.-MOP. 20 p. Anexos.

Figura 1: Ubicación del área de estudio, Salar del Huasco.



El Salar del Huasco, designado por el Gobierno de Chile, en 1996, como sitio de importancia mundial por ser hábitat para especies de aves, en el marco de la Convención Ramsar sobre Humedales, constituye, hoy en día uno de ejes del desarrollo y la conservación en la región de Tarapacá y es objeto de un programa para la conservación de la biodiversidad, en donde se coordina y gestiona una serie de iniciativas para la utilización sustentable de los recursos naturales y culturales.

Desde el punto de vista de la vegetación azonal, en torno al espejo de la laguna del Salar (figura 1), es posible reconocer en los sensores tradicionales (Landat 7), asociados a afloramientos hídricos puntuales, una serie de puntos con mayor actividad, los cuales en terreno corresponden a “bofedales”, unidades o polígonos discretos rodeados por una matriz de vegetación característica de un sustrato húmedo con alto contenido de sales (Pajonal salino), lo que determina una distribución casi continua de esta vegetación, con una serie de ensamblajes florísticos, según un reciente análisis vegetacional a nivel de la cuenca hidrográfica (CED 2004)³. No obstante el nivel de percepción de este trabajo (1:50.000) no permite la definición precisa de los límites de los diferentes tipos de formaciones vegetacionales en el ambiente azonal, ni permite establecer una base para el monitoreo de los cambios o potenciales fluctuaciones, naturales o inducidas.

Así, dada la relevancia de este sistema ecológico y la importancia de los tipos vegetacionales asociados a él, el establecimiento de una base de alto detalle y adecuado nivel de percepción resulta relevante para el monitoreo de cambios futuros.

2 OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar el estado actual de la vegetación de humedales asociada al Salar del Huasco y proponer su monitoreo mediante la detección de formaciones vegetacionales críticas.

³ Centro de Estudios para el Desarrollo (CED), 2004. Programa Conservación y manejo sustentable de praderas del sistema ambiental salar del Huasco con fines ganaderos. Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). 2004

Objetivos específicos

- Detectar, delimitar y describir las diferentes formaciones vegetacionales que actualmente se desarrollan en los bordes del Salar.
- Caracterizar el estado actual de estas formaciones vegetacionales, y
- Detectar áreas críticas desde el punto de vista natural y/o manejo para su posterior monitoreo

3 METODOLOGÍA

3.1 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES.

En forma conjunta a la facilitación por parte del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de las imágenes Quick Bird, se recopiló la información vegetacional y taxonómica existente para la flora local.

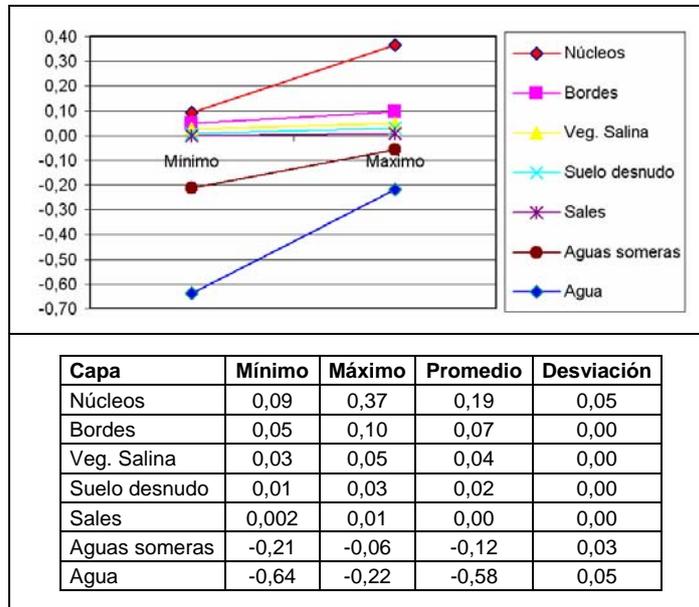
3.2 INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE IMÁGENES QUICK BIRD.

La interpretación y análisis de la imagen tuvo por objeto la detección y delimitación de las unidades vegetacionales existentes en el área, lo cual se realizó en dos etapas o niveles de detalle.

La primera etapa consistió en delimitar (un total de 27) polígonos o zonas ambientales (ZA), en las cuales, si bien es posible encontrar distintos cuadros de vegetación, en sí comparten gran parte de los elementos florísticos y a pesar de su heterogeneidad, en su distribución espacial, configuran una unidad homogénea paisajísticamente. Esta primera sectorización realizada mediante digitalización en pantalla sobre la imagen Quick Bird, desplegada en falso color (RGB 3,4,2), determinando visualmente los patrones presentes en la imagen, de esta manera se obtuvo la cartografía preliminar del área, la cual represento la base para los trabajos efectuados en terreno y tuvo por objeto facilitar la extrapolación de la información obtenida. La zonificación ambiental realizada, se entrega en el Anexo Figuras: **Figura 1**.

A continuación se calculó el índice de vegetación (NDVI), sobre la imagen Quick Bird del área, realizando luego una clasificación asistida, aprovechando la alta resolución espacial de la imagen disponible y el subsecuente nivel de detalle alcanzado por este medio, lo cual permite definir y delimitar, con un alto nivel de detalle los elementos presentes en la imagen, objetivo difícil de alcanzar con metodologías de digitalización tradicional. De esta manera mediante la clasificación digital y la información de terreno disponible se estableció siete clases o capas de información de acuerdo con la escala de valores definidas para el índice de vegetación del área (Tabla 1).

Tabla 1: Escala de valores para cada una de las clases definidas en la clasificación del Índice de Vegetación (NDVI), Salar del Huasco, Primera Región de Tarapacá.



Las clases así determinadas para los distintos elementos presentes al interior del salar del Huasco corresponden a:

Clase 1 Núcleos: sectores cubiertos de vegetación que presentan una alta actividad fotosintética, determinando los valores más altos del índice de vegetación, su rango de valores de NDVI va desde 0,09 como mínimo a un valor máximo de 0,37.

Clase 2 Bordes: formaciones de vegetación que presentan un NDVI intermedio dentro de las clases definidas para cobertura vegetal, su rango de valores mínimos y máximos es de 0,05 y 0,1 respectivamente.

Clase 3 Vegetación Salina: ocupa los valores de índice de vegetación más bajos en las clases con cobertura vegetal, representando a aquellos sectores que presentan la menor actividad fotosintética dentro del salar. Sus valores extremos son 0,03 y 0,05 como mínimo y máximo respectivamente.

Las siguientes clases corresponden a sectores que no presentan cobertura vegetal o ésta se presenta en un porcentaje inferior al 10% de la superficie.

Clase 4 Suelo desnudo: se estableció esta clase en una primera etapa sobre aquellos sectores que no evidenciaban presencia de cobertura vegetal ni sales en superficie al interior del salar, sin embargo, luego de realizada la clasificación y dada la alta similitud de estos sectores con aquellos cubiertos de sal, se determinó la fusión con esta última clase, dejando sólo aquellos sectores en los cuales se tuvo la certeza de que corresponden a sectores con suelo desnudo. Como valores referenciales de NDVI se tiene un 0,01 y 0,03 como mínimo y máximo respectivamente.

Clase 5 Sales: como su nombre lo indica, esta clase agrupa aquellos sectores que presentan sales en superficie dentro del salar, su valor mínimo de NDVI se estableció en 0,002 y su máximo en 0,01.

Clase 6 Aguas someras: aguas de poca profundidad identificadas en los bordes de lagunas o sectores de inundación temporal, radiométricamente presentan diferencias con los cuerpos de agua, presentando valores de NDVI que van desde -0,21 a -0,06, sin embargo para fines de análisis, esta clase se sumó a la clase de cuerpos de agua.

Clase 7 Cuerpos de agua: se definen así todos aquellos sectores que presentan agua en superficie cuyo rango de valores, de acuerdo al NDVI, va desde -0,64 a -0,22.

A continuación de la clasificación de la imagen, se filtró la información obtenida aplicando una cuadrícula de 5x5 píxeles (excluyendo los vértices) aplicando la función Moda sobre todas las clases, posteriormente se aplicó un segundo filtro, con una cuadrícula de 3x3 y la función Moda, dejando fuera del análisis la clase 1, con el objeto de no disminuir la superficie ocupada por ella. Se obtuvo de esta manera una imagen raster con las siete clases ya descritas.

La imagen obtenida se vectorizó para obtener los polígonos de vegetación del salar del Huasco, con una superficie mínima de 100m², obteniendo un número superior a las 22 mil unidades.

La siguiente etapa correspondió a la asignación de la información cartográfica obtenida en terreno a cada una de las unidades obtenidas en el análisis digital, para lo cual, en cada una de las zonas ambientales definidas en la primera etapa se establecieron los valores de formación vegetal y especies dominantes que cada clase presenta. Los valores asignados a cada clase en cada una de las zonas ambientales se presentan en el **Anexo Tablas Tabla 1**.

Una vez asignada la información cartográfica en cada una de las zonas ambientales para cada una de las clases presentes, se intersecta la capa de zonas ambientales (con la información cartográfica) y la capa de unidades



obtenida digitalmente extrapolando así la información a cada una de las unidades de esta última capa.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN AZONAL DEL SALAR DEL HUASCO.

La cartografía preliminar obtenida de la interpretación de los patrones (pattern) visibles en las imágenes Quick Bird, fue validada en terreno, y cada polígono de características radiométricas homogéneas se describió en su composición florística mediante el método del Point Quadrat⁴⁵, efectuándose un total de 10 líneas en el área, las que se complementan con otras tres evaluaciones efectuadas con anterioridad en el sector. Dichas líneas tienen una longitud de 4 metros en aquellos cuadros de vegetación densa (50 % de cubrimiento o superior) y líneas de 10 metros en caso de cubrimientos menores. En ambos tipos de líneas se leyó un total de 100 puntos, cada 4 cm, para el primer caso, y cada 10 cm en la segunda situación.

Preliminarmente se propuso la realización de tres líneas de evaluación florística en cada polígono (zona ambiental), una en el centroide de él y dos puntos calculados aleatoriamente asignadas por el SIG, sin embargo una vez en terreno se verificó la homogeneidad de los sistemas vegetacionales existentes estableciéndose las líneas en aquellos sectores más representativos de cada uno de los sectores. La ubicación de los puntos en terreno se realizó mediante navegación y posicionamiento en un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Los parámetros relevantes para la lectura se relacionan con variables de estado de superficie (suelo desnudo, rastrojo mantillo, sales, fecas, rocas) y de las especies presentes (participación de presencia y de contactos). Originalmente se propuso estratificar las líneas según altura, sin embargo esto no fue necesario ya que todas las especies se desarrollaban entre los 0 y 25 cm.

3.4 ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN.

Las zonas ambientales delimitadas preliminarmente fueron descritas en terreno según la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T)⁶ complementando su delimitación y caracterización con la información de las líneas realizadas en la campaña de terreno. Esta información, tal como se detalla en la etapa de clasificación e interpretación de la imagen satelital (NDVI), se aplicó a cada una de las capas discriminadas en el análisis digital, obteniéndose de esta

⁴ DAGET PH. Y POISSONET J. 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. Annales Agronomiques 22: 5-41.

⁵ ETIENNE M., CAVIEDES E. y CONTRERAS D. 1979. Nuevo enfoque en la evaluación de la productividad de las praderas. En Instituto Nacional de Investigación en Recursos Naturales. Curso Seminario Metodología para el desarrollo de zonas en desertificación. Tomo II. La Serena. pp1-12.

⁶ ETIENNE M. Y PRADO C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras; conceptos y manual de uso práctico. Ciencias Agrícolas 10, Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile. 120 p.

manera dos niveles de información vegetal, el primero a nivel de zonas ambientales de menor escala que establece áreas de mayor tamaño al interior del salar con formaciones vegetacionales similares. El segundo, de mayor escala, obtenido a partir del análisis digital del NDVI, aumenta significativamente el nivel de detalle de la información, caracterizando cada una de las unidades vegetacionales que se desarrollan en la actualidad en el salar, identificando como mínimo unidades cercanas a los 100 m².

Las unidades así discriminadas se clasifican según su formación vegetal y especies dominantes en cinco tipos vegetacionales principales, Bofedal, Vega salina, Pajonal salino, Pupusal y Llaletillar, además de las combinaciones entre ellos.

4 RESULTADOS

4.1 VEGETACION AZONAL

4.1.1 Líneas de Evaluación

La vegetación azonal presente en el salar del Huasco se evaluó efectuándose un total de 10 líneas en el área de estudio, las que se complementan con otras tres efectuadas con anterioridad en el sector. En terreno se verificó la homogeneidad de los sistemas vegetacionales existentes estableciéndose las líneas en aquellos sectores más representativos de cada uno de los diferentes tipos existentes. La posición geográfica y correspondencia con la unidad ambiental, tipología vegetacional, formación vegetacional y especies dominantes de cada una de las líneas evaluadas se entrega en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Posición y correspondencia con la unidad ambiental, tipología vegetacional, formación vegetacional, especies dominantes y fuente de información de cada una de las líneas evaluadas en el salar del Huasco, Región de Atacama.

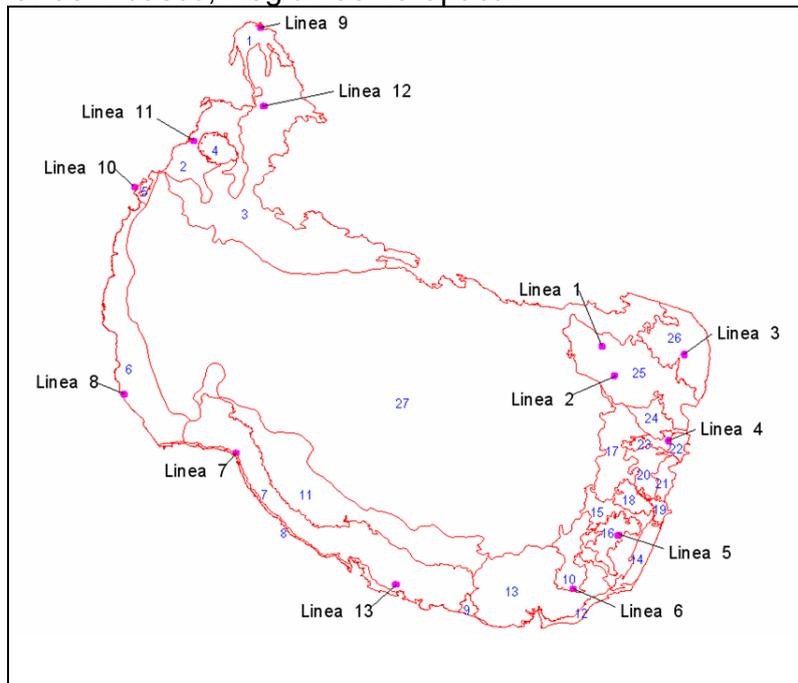
Línea	Unidad Ambiental	Tipología Vegetacional	Formación Vegetal*	Especies Dominantes*	UTM este	UTM norte	Fuente
L1	25	Pajonal salino	A*#	dc	519614	7755747	SAG 2005
L2	25	Vega salina	A*#	cm wi	519819	7755259	SAG 2005
L3	26	Llaretillar - Pajonal salino	; *#A) #	Ft / dc cm wi	520957	7755608	SAG 2005
L4	23	Pajonal salino - Bofedal	@#A+ #	fn / cm za	520695	7754188	SAG 2005
L5	16	Vega salina	A, #	cm pf fn	519878	7752628	SAG 2005
L6	10	Pajonal salino - Vega salina	@+#A* #	fn / cm	519138	7751755	SAG 2005
L7	7	Pajonal salino - Bofedal	@+#A+ #	fn / za	513648	7753986	SAG 2005
L8	6	Pajonal salino	@(#A) #	fn / dc	511823	7754960	SAG 2005
L9	9	Pajonal salino - Vega salina	A+@B(#	dc / cm	514046	7760995	SAG 2005
L10	5	Vega salina	A- #	cm pr pf	512000	7758363	SAG 2005
L11	2	Bofedal	A. #	za dc	512958	7759135	CED 2005**
L12	3	Pajonal salino	A*#	fd	514101	7759698	CED 2005
L13	7	Pajonal salino	A- #	fn pf	516252	7751815	CED 2005

Códigos de las Formación vegetacional y especies dominantes, revisar Anexo Tablas – **Tabla 12**.

** CED, 2004. Programa Conservación y manejo sustentable de praderas del sistema ambiental salar del Huasco con fines ganaderos. Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). 2004

A continuación se presentan las principales características de cada una de las líneas evaluadas en la cuenca del salar del Huasco durante la presente campaña. La **Figura 2** muestra la ubicación de las líneas de control al interior del salar.

Figura 2: Ubicación de las líneas de control en las distintas zonas ambientales al interior del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



Línea 1: establecida en la zona ambiental 25 en el sector oriental del salar, sobre un pajonal salino que se caracteriza por un cubrimiento de 16% exclusivo de *Deyeuxia curvula*. El cubrimiento basal se compone principalmente de sales, las cuales superan el 80%. La información aportada por esta línea se extrapola además de su unidad de origen, a las unidades 3 y 26. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 2.

Línea 2: evaluada en la misma zona ambiental que la línea anterior, corresponde a una formación de vega salina cuyas especies dominantes resultaron *Carex misera* y *Werneria incisa* exclusivamente, en donde la estratificación vertical muestra una altura de la formación que no supera los 10 centímetros con un cubrimiento del 18%. Como características de superficie se destaca la presencia de sales, por sobre el 80%, además de un 10% de material vegetal en descomposición o Mantillo. Esta información fue extrapolada a las zonas ambientales 5, 6, 25 y 27. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 3.

Línea 3: esta línea se ubica, al interior de la zona ambiental 26, se caracteriza por presentar una formación compleja compuesta por dos tipos biológicos biestratificados de Llaretillar y pajonal salino, la primera dominada por la especie *Frankenia triandra* con un valor de cobertura que fluctúa entre un 10 y 25 por ciento mientras que la segunda estrata se compone principalmente de *Deyeuxia curvula* con un porcentaje de cobertura del 6%. Los contactos basales muestran un alto porcentaje de sales en superficie que supera el 80% de cobertura. La información aportada por esta línea conforma la base de extrapolación de esta zona ambiental, no siendo utilizada en el resto de las zonas delimitadas en el salar. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 4.

Línea 4: corresponde a una de las líneas que presenta uno de los mayores valores de cobertura vegetal, cercano al 80%. Presenta una formación compleja, compuesta por dos tipos biológicos herbáceos, el primero compuesto por la especie *Festuca deserticola*, gramínea cespitosa que cubre cerca del 28% de la superficie. La segunda estrata se compone de *Carex misera* y *Zameioscirpus atacamensis*, con un porcentaje de cobertura que bordea el 50% de la superficie. Esta línea se ubica en la zona ambiental 23, además, la información aportada fue extrapolada a las zonas ambientales 17 y 18 las que en conjunto forman un sistema de escorrentias temporales que se insertan en los márgenes del salar en la vertiente oriental de él. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 5.

Línea 5: situada en la zona ambiental 16, al oeste del salar, en una posición mas interior del salar que las líneas anteriores, esto determina que el cubrimiento basal este ocupado exclusivamente por sales en superficie, a excepción de las zonas ocupadas directamente por vegetación. El tipo vegetacional corresponde a una vega salina dominada por la especie *Carex misera*, la cual al momento de la evaluación se encontraba en su mayoría en estado de receso, la acompañan además las gramíneas *Puccinellia frigida* y *Festuca nardifolia*, ambas en estado de receso al momento de la evaluación. La cobertura vegetal alcanza a un 64% de la superficie. La información fue utilizada exclusivamente en la unidad ambiental a la cual pertenece. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 6.

Línea 6: ubicada en la zona ambiental 10, sobre una formación compuesta de pajonal salino y vega salina, representada por dos estratas de especies herbáceas de *Festuca nardifolia* y *Carex misera* como especies dominantes, además se presentan: *Zameioscirpus atacamensis*, *Arenaria rivularis*, *Pratia repens*, *Oxychloe andina* y *Puccinellia frigida*. Cabe destacar el alto número de especies presentes en esta formación, en relación a las detectadas en el resto de las formaciones descritas anteriormente. La cobertura vegetal alcanza un 72% de la superficie, con una cobertura basal principalmente de sales en superficie, en aquellos sectores desprovistos de vegetación. La información es compartida por

la zona ambiental 27, en aquellos sectores que conforman núcleos más densos de vegetación. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 7.

Línea 7: esta línea se ubica en la vertiente sur este del salar, junto al borde de éste, al interior de la zona ambiental 7. La formación vegetacional corresponde a un pajonal salino dominado por *Festuca nardifolia*, con sectores más densos de bofedal en donde aparece *Zameioscirpus atacamensis* como especie dominante. La cobertura vegetal alcanza un 84% de la superficie, presentándose en aquellos sectores descubiertos principalmente sales en superficie. La información fue extrapolada a la zona ambiental 11, que corresponde principalmente al cuerpo de agua principal del salar y que contiene en algunos sectores núcleos de vegetación similares a la zona ambiental 7. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 8.

Línea 8: se ubica a continuación de la línea anterior, en la zona ambiental 6, se caracteriza por presentar una baja cobertura vegetal, la cual alcanza el 11% de la superficie, siendo la más baja de todas las líneas evaluadas. El tipo de formación vegetal corresponde a un pajonal salino compuesto de dos estratas, en la superior domina la especie *Festuca nardifolia*, mientras que la estrata más baja se encuentra dominada por la especie *Deyeuxia curvula*, ambas pertenecientes a la familia botánica *Poaceae*. El resto de la superficie se encuentra desprovisto de vegetación con una cobertura basal de sales, las cuales llegan cercanas al 90% de la superficie. Esta línea caracteriza las formaciones vegetacionales que se ubican en la zona ambiental 6, las cuales se encuentran dispersas formando núcleos dentro de la zona ambiental. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 9.

Línea 9: representa a las unidades de pajonal salino que se distribuyen en la zona ambiental 1, en el extremo nor-este del salar. Se caracteriza por presentar una formación biestratificada de *Deyeuxia curvula* y *Carex misera*, siendo esta última inferior a los cinco centímetros de altura en su componente vertical. La cobertura vegetal alcanza un 48% de la superficie, mientras que el resto se encuentra cubierta de sales en superficie. La información fue extrapolada al pajonal salino presente en la zona ambiental 2. El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 10.

Línea 10: esta línea caracteriza las formaciones de vega salina que se encuentran en el margen nor-este del salar, y a diferencia de las líneas anteriores, se ubica sobre las laderas del cordón de cerros que se encuentran en esta área, asociada a surgencias de agua que afloran a media altura. Se caracteriza por presentar una formación vegetacional de *Carex misera*, *Pratia repens* y *Puccinellia frigida*, las cuales alcanzan una cobertura del 79% de la superficie, además es posible encontrar otras cuatro especies vasculares y dos pertenecientes a la flora inferior, siendo este punto el único sector en el cual se detectó flora de este grupo. El

contenido de sales es de un 21% siendo el mas bajo en todas las líneas evaluadas. La información generada sólo se utilizó en esta zona ambiental, sin que se detectaran elementos similares en otras zonas del salar. . El perfil fisonómico de la línea y la información de cobertura se presenta en el Anexo Tablas, Tabla 11.

Las siguientes líneas, corresponden a evaluaciones hechas con anterioridad en el salar, en el marco de las evaluaciones realizadas por el Centro de Estudios para el Desarrollo (CED), en el marco del proyecto “Conservación de la Biodiversidad y Manejo Sustentable del Salar del Huasco” (CED, 2004)⁷.

Línea 11: ubicada en la unidad de bofedal que se desarrolla en el extremo nor-este del salar, en la zona ambiental 2, se compone principalmente de *Zameioscirpus atacamensis* seguido de *Deyeuxia curvula*, la cobertura vegetal en esta línea alcanza el 100%, no detectándose áreas sin vegetación en la unidad. La información es compartida con la zona ambiental 1 en donde se desarrollan pequeños sectores de bofedal.

Línea 12: se encuentra en la zona ambiental 3, caracteriza las formaciones de pajonal salino que se desarrollan actualmente en las zonas ambientales 1,2 y 3, la cual presenta a la especie *Festuca deserticola* como dominante. El porcentaje de cobertura vegetal alcanza el 5% de la superficie. El resto de la superficie se encuentra cubierta de sales.

Línea 13: localizada en la parte sur del salar, en la zona ambiental 7, el tipo de formación vegetacional corresponde a pajonal salino, dominado por las especies *Festuca nardifolia* y *Puccinellia frigida*, con una cobertura vegetal que fluctúa entre un 75 y 90 por ciento de la superficie. La información fue extrapolada además a la zona ambiental 11.

4.1.2 Tipología vegetacional.

La información obtenida a partir de las líneas de evaluación, representó la base para la clasificación y delimitación de las unidades de vegetación que se desarrollan actualmente en el salar del Huasco. Para tal efecto se delimitaron preliminarmente un total de 27 zonas ambientales en el salar, las cuales fueron visitadas y evaluadas en terreno, en términos de su formación vegetal y especies dominantes, información que fue complementada con los resultados de las líneas de evaluación realizadas.

⁷ CED, 2004. Op. cit..

Cada una de estas zonas ambientales está compuesta por una o varias de las tipologías vegetacionales presentes en el salar, éstas a su vez están distribuidas heterogéneamente al interior de cada zona ambiental, situación observada en terreno y que indujo a realizar la clasificación digital de las unidades, dada la complejidad cartográfica que el sistema vegetacional presenta al interior del salar, para de esta manera mejorar el nivel de detección y delimitación de las formaciones vegetacionales presentes, lo que resultó en un número variable de sub-unidades en cada zona ambiental para cada tipología vegetacional presente.

Las tipologías vegetacionales que se presentan en el salar corresponden básicamente a cinco tipos, además de las combinaciones entre ellos, así es posible encontrar los siguientes tipos:

Bofedal: corresponde a aquellas formaciones vegetacionales que presentan un cubrimiento vegetal superior al 75% y sus especies dominantes corresponden a *Oxychloe andina* o *Zameioscirpus atacamesis* – *Deyeuxia curvula*. Se encuentran preferentemente en los márgenes o bordes de cuerpos o cursos de agua superficial, ocupando la porción central de los elementos de mayor vegetación activa en el salar.

Vega salina: todas aquellas formaciones vegetacionales que presentan como especie dominante a *Carex misera*, en donde la estratificación vertical muestra una altura de la formación que no supera los 10 centímetros con un cubrimiento entre el 10 y 90 por ciento de la superficie.

Pajonal salino: lo constituyen aquellas formaciones vegetacionales compuestas principalmente por especies de gramíneas cespitosas perennes entre las que destacan *Festuca deserticola*, *Festuca nardifolia* y *Deyeuxia curvula*, entre las especies que marcan la fisonomía de las distintas formaciones. Los valores de cubrimiento fluctúan entre un 1 al 25 por ciento en la mayoría de las formaciones encontrándose excepcionalmente algunos sectores en los cuales el cubrimiento de la vegetación puede alcanzar por sobre el 75% en aquellas formaciones de *Festuca nardifolia* y *Puccinellia frigida*.

Pupusal: se agrupan en esta tipología todas aquellas formaciones que presentan como especie dominante *Werneria incisa*, con un cubrimiento que varía entre un 5 a un 50 por ciento. Estas formaciones se ubican preferentemente en los márgenes del salar.

Llaretillar: corresponde a la una tipología de especies arbustivas detectadas en el salar, marcada fisionómicamente por la especie *Frankenia triandra*, la cual se presenta un aspecto de placa o cojín aplanado que se dispersan sobre la superficie del suelo llegando a cubrir un entre un 5 a 50 por ciento del mismo.

El resto de las tipologías vetegetacionales, corresponden a combinaciones de los tipos ya descritos, conformando cuadros vegetacionales mas complejos y que debido a su homogeneidad espacial no es posible separarlos en tipologías distintas. De esta manera se pueden encontrar las siguientes tipologías: Pajonal salino – Bofedal; Pajonal salino – Pupusal; Pajonal Salino – Vega salina y Llaretilar – Pajonal salino. El detalle de la formación vegetal y especies dominantes correspondientes a cada una de estas tipologías se presenta en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Formación vegetal y especies dominantes correspondientes a cada una de las tipologías vegetacionales presentes en el salar del Huasco, Primera región de Atacama.

Tipo de Formación Vegetal	Formación Vegetal*	Especies Dominantes*
Bofedal	A-#	oa
	A.#	za dc
Vega salina	A*#	cm wi
	A _v #	cm pf fn
	A-#	cm pr pf
Pajonal salino	@(#A) #	fd dc / cm fn / dc
	A) #	dc wi
	A*#	dc fd
	A-#	fn pf
	Pajonal salino - Bofedal	@*#A-#
Pajonal salino - Pupusal	A+#	dc wi
Pajonal salino - Vega salina	@+*#A*#	fn / cm
	A+#B(#	dc / cm
Llaretilar - Pajonal salino	; *#A) #	Ft / dc cm wi
Llaretilar	<) #	Ft
	< +#	Ft
Pupusal	A) #	wi
	A+#	wi

* para ver los códigos de Formación vegetacional y Especies dominantes, revisar Anexo Tablas – Tabla 12.

4.1.3 Análisis Digital.

Cada una de las zonas ambientales, esta compuesta por una o mas clases resultantes del análisis digital del índice de vegetación calculado para este sector en función de las lecturas radiométricas entregadas por la imagen satelital disponible para este estudio. Se debe señalar que el análisis digital solo entrega información sobre estados de superficie en la imagen y no contiene la información específica de la formación vegetal y especies dominantes en cada unidad. Sin embargo existe una correspondencia entre las clases digitales y las respectivas tipologías vegetacionales en las cuales se clasificaron las distintas formaciones vegetacionales presentes en el salar del Huasco.

De esta manera, se obtiene una clasificación en detalle del salar del Huasco, en siete clases o capas de información que corresponden a:

- Clase 1 Núcleos
- Clase 2 Bordes
- Clase 3 Vegetación Salina
- Clase 4 Suelo desnudo
- Clase 5 Sales
- Clase 6 Aguas someras
- Clase 7 Cuerpos de agua

Las tres primeras corresponden a clases con una cobertura vegetal superior al 10% de la superficie, las restantes carecen de ella, como las clases de aguas someras y cuerpos de agua, o se encuentran bajo el límite de cobertura vegetal detectado por el sensor remoto en esta zona, como ocurre en las clases de suelo desnudo y sales. A partir de esta información, se puede establecer que un 77,5% de la superficie evaluada al interior del salar, la que alcanza las 4897 hectáreas, se encuentra desprovista de vegetación o ésta se presenta bajo el porcentaje de cubrimiento establecido como límite en esta zona, por otra parte, el 22,5% restante, es decir 1102 ha, poseen algún grado de cubrimiento vegetal detectable por el sensor remoto. De estas últimas un 6,2% corresponde a núcleos, un 24,3% a bordes y un 69,5% a vegetación salina, siendo esta clase la de mayor representación espacial en el área.

En cuanto a la superficie sin cobertura vegetal, la mayor superficie esta cubierta de sales, equivalente a un 91,1%, en segundo lugar se encuentran las clases de cuerpos de agua y aguas someras que en conjunto equivalen al 7,8% de la superficie sin vegetación y por último se encuentra la clase suelo desnudo con un 1,1%. Los datos de superficie y porcentaje de cada una de las clases han sido tabulados en la **Tabla 4**.

Tabla 4: Superficie y porcentaje de cada una de las clases resultantes del análisis digital efectuado sobre el salar del Huasco a través del índice de vegetación.

Tipo de Clase	Clase o capa	Superficie (ha)	Porcentaje de Superficie Total
Con Vegetación	Núcleos	68,2	6,2
	Bordes	267,6	24,3
	Vegetación salina	766,2	69,5
Superficie con cubierta vegetal (>10%)		1102,1	22,5
Sin Vegetación	Cuerpos de agua	167,6	4,4
	Aguas someras	128,0	3,4
	Sales	3457,2	91,1
	Suelo desnudo	42,1	1,1
Superficie con cubierta vegetal (<10%)		3795,0	77,4
Superficie Total Salar del Huasco		4897,1	100

Cada una de estas clases, fué atribuida en su formación vegetal, especies dominantes y finalmente en la respectiva tipología vegetacional, de acuerdo a la zona ambiental en la cual se encuentra, asignando dicha información según los antecedentes previamente obtenidos.

Al respecto, al analizar las clases que presentan vegetación y su correspondencia con las cinco principales tipologías vegetacionales que agrupan a las distintas formaciones vegetacionales presentes en el salar, se puede señalar que:

La clase “**Núcleos**” corresponde principalmente a formaciones vegetacionales del tipo Bofedal (con 27,6 ha del total de esta clase) o combinaciones en las cuales ésta tipología está presente, tal como ocurre en las formaciones del tipo Pajonal salino – bofedal, existiendo además porciones remanentes en las tipologías de Vega salina y Pajonal salino – pupusal.

Por otra parte, la clase “**Bordes**” corresponde a aquellas formaciones del tipo pajonal salino (79,6 ha) y sus combinaciones. En segundo lugar se encuentran aquellas formaciones del tipo vega salina la que poseen un total de 22,5 ha correspondientes a esta clase, siendo la combinación pajonal salino – vega salina una de las mas representadas.

La clase correspondiente a “**Vegetación salina**”, representa en mayor grado a aquellas formaciones del tipo vega salina y pajonal salino, con 350,4 y 383,5 hectáreas respectivamente, siendo en esta clase en donde estas tipologías encuentran su mayor representación espacial. Dentro de esta clase también es posible encontrar sectores con vegetación del tipo Llaretillar y Pupusal con 14 y 18 hectáreas respectivamente.

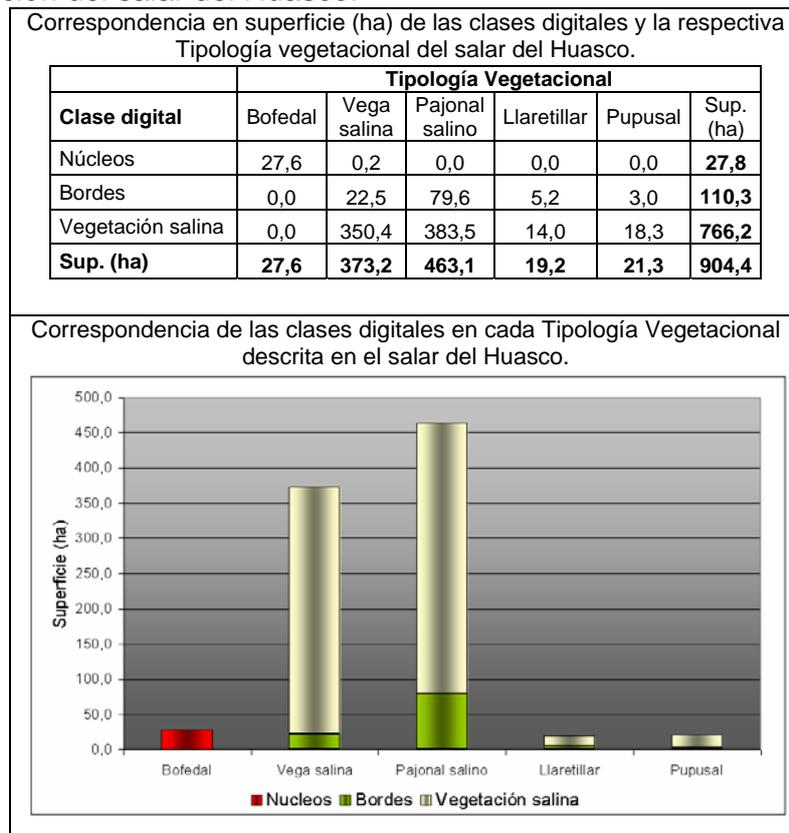
En resumen, la clase de “vegetación salina” es la que representa la mayor superficie dentro de las tipologías vegetacionales principales, a excepción de aquellas formaciones del tipo bofedal que quedan claramente definidas por la

clase “núcleos”. Sin embargo la clase vegetación salina, es la que a su vez presenta los más bajos porcentajes de cubrimiento vegetal y amplios sectores cubiertos por sales, conformando el ecotono entre los sectores cubiertos por sales y el resto de las clases vegetacionales discriminadas digitalmente.

Por otra parte la clase “bordes” representa una fase de transición, en donde la vegetación presenta cubrimientos intermedios entre la vegetación salina los sectores de mayor actividad fotosintética detectados en el salar, conformando un complejo mosaico de formaciones vegetacionales que rodean en la mayoría de los casos a aquellas formaciones de mayor cubrimiento correspondiente a la clase “núcleos”.

La **Figura 3** muestra la relación existente entre las clases vegetacionales discriminadas digitalmente y las cinco tipologías vegetacionales principales que agrupan a las formaciones vegetacionales que actualmente se desarrollan al interior del salar del Huasco.

Figura 3: Correspondencia entre las clases vegetacionales discriminadas en el análisis digital y las principales tipologías vegetacionales resultantes del análisis de la vegetación del salar del Huasco.



4.1.4 Cartografía de la Vegetación.

La cartografía de la vegetación presente en el salar del Huasco se obtiene de la atribución de las unidades y clases resultantes del análisis digital, con la información vegetacional correspondiente a cada zona ambiental en función de las formaciones y tipologías vegetacionales que cada una posee. De esta manera cada una de las unidades discriminadas digitalmente quedan atribuidas en su correspondiente Formación vegetacional; Especies dominantes y finalmente, en su Tipología Vegetacional.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, tal como se señaló anteriormente, la superficie con cobertura vegetal alcanza las 1102 hectáreas, mientras que aquellas zonas que carecen o presentan cubrimientos de vegetación por debajo del 10% alcanzan las 3795 hectáreas.

Según la tipología vegetacional propuesta para la clasificación de las distintas formaciones vegetacionales presentes en el salar del Huasco, las que ocupan la mayor superficie corresponden al Pajonal salino y Vega salina, con un total de 463,1 ha y 373,2 ha respectivamente. Las unidades pertenecientes a las tipologías de Pajonal salino – vega salina; Pajonal salino – bofedal y Lletillar – pajonal salino poseen valores de superficie que fluctúan las 50 hectáreas cada uno. En último lugar se encuentran aquellas formaciones clasificadas como Lletillar y Pupusal las que abarcan una superficie de 19,2 y 26,8 hectáreas respectivamente.

El detalle del número de unidades y superficie de cada tipología vegetacional para cada una de las unidades ambientales delimitadas en el salar, se entrega en la **Tabla 5**, en ella se detalla además las superficies totales de cada zona, superficie total de cada tipología e indirectamente la superficie con o sin cubierta vegetal tanto para cada zona ambiental como en términos globales para el salar.

La cartografía final de las unidades vegetacionales que actualmente se desarrollan en el salar del Huasco se entrega en el Anexo figuras: **Figura 2**.

Tabla 5: resumen general de la superficie y número de unidades por tipología vegetacional en cada una de las zonas ambientales correspondientes al salar del Huasco. Primera región de Tarapacá.

Zona Ambiental	Unidades con cubierta vegetal														Unidades sin cubierta vegetal						Nº total de unidad.	Superf. total (ha)									
	Bofedal		Llaretillar		Vega salina		Pupusal		Pajonal salino		Llaretillar - Pajonal salino		Pajonal salino - Bofedal		Pajonal salino - Pupusal		Pajonal salino - Vega salina		Nº Total de unidad. con veget.	Superf. Total (ha) con veget.			Cuerpo de agua		Sales		Suelo desnudo		Nº total de unidad. sin veget.	Superf. total (ha) sin veget.	
	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha					Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha			Nº
1	35	1,0						99	17,7									73	11,0	207	29,7	5	0,1	105	12,4			110	12,5	317	42,2
2	242	14,6						230	26,6									165	30,7	637	71,9	14	2,4	243	24,7			257	27,1	894	99,0
3								607	40,2											607	40,2	7	1,1	1243	387,6			1250	388,7	1857	428,9
4																										87	23,5	87	23,5	87	23,5
5					36	3,8														36	3,8	2	0,2	33	3,4			35	3,6	71	7,5
6	282	5,2			648	30,4			503	21,1									1433	56,7	91	5,7	1006	107,9			1097	113,7	2530	170,3	
7								1493	90,4			368	38,8						1861	129,1	39	2,0	1050	161,3			1089	163,3	2950	292,4	
8			36	14,1															36	14,1			37	8,9			37	8,9	73	23,0	
9							1	5,5	19	1,2									20	6,7			2	0,1			2	0,1	22	6,8	
10	82	6,2						128	10,9								72	21,3	282	38,3	10	0,3	147	5,7			157	6,1	439	44,4	
11								81	3,5			13	1,5						94	4,9	603	107,1	1187	154,6			1790	261,7	1884	266,6	
12							7	0,06	17	9,7				33	6,7				57	16,4			9	1,9			9	1,9	66	18,3	
13								494	61,1					346	20,9				840	82,0	3	0,0	400	110,1			403	110,1	1243	192,1	
14							76	2,9											76	2,9			25	25,1			25	25,1	101	28,0	
15								158	3,6										158	3,6			175	63,3			175	63,3	333	66,9	
16	5	0,03			91	6,5			57	19,2									153	25,8			90	9,8			90	9,8	243	35,6	
17								406	18,0			203	6,4						609	24,4			240	54,2			240	54,2	849	78,6	
18								28	11,8			55	3,9						83	15,6			54	6,7			54	6,7	137	22,3	
19							19	8,6											19	8,6			6	0,9			6	0,9	25	9,4	
20								37	1,2										37	1,2			112	31,4			112	31,4	149	32,6	
21							48	5,3											48	5,3			10	11,3			10	11,3	58	16,6	
22			10	5,1			11	4,6											21	9,7			20	1,8			20	1,8	41	11,5	
23								25	6,8			22	2,7						47	9,5			19	5,1			19	5,1	66	14,6	
24								121	2,0										121	2,0			94	26,7			94	26,7	215	28,8	
25					420	71,8			224	81,5									644	153,3			235	22,8			235	22,8	879	176,1	
26								119	36,7	78	52,8								197	89,4			94	7,0			94	7,0	291	96,4	
27	10	0,6			1917	260,6											68	1,2	1995	262,4	167	199,5	6112	2208,0			6279	2407,5	8274	2670,0	
Total	656	27,6	46	19,2	3112	373,2	162	26,8	4846	463,1	78	52,8	661	53,1	379	27,7	378	64,1	10318	1107,6	941	318,4	12748	3453,0	87	23,5	13776	3795,0	24094	4902,6	

A continuación se describen en detalle las principales tipologías vegetacionales en que se agrupan las diferentes formaciones vegetacionales que se desarrollan actualmente en el salar del Huasco, considerando la distribución espacial, superficie, formaciones vegetacionales y especies dominantes que componen cada una de las tipologías vegetacionales.

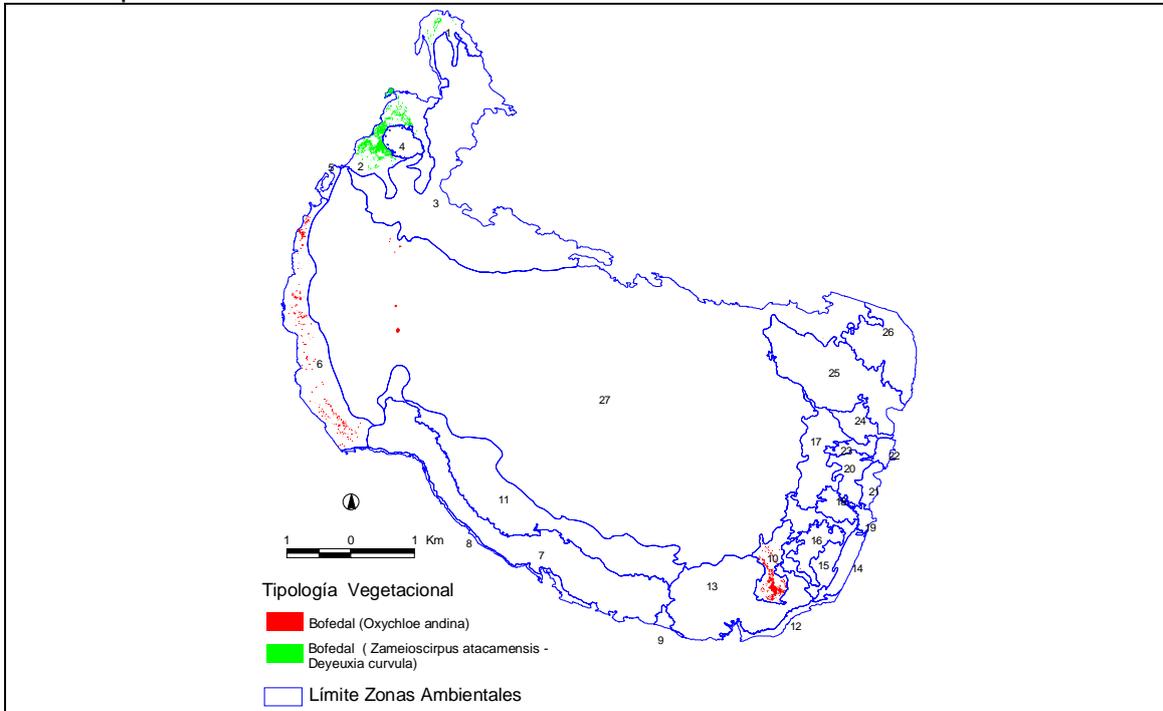
Tipo Vegetacional Bofedal:

Este tipo de formaciones ocupan 27,6 hectáreas dentro del salar, equivalentes a un número aproximado de 656 polígonos. Las unidades presentan una distribución discreta, la que se restringe a aquellos sectores con mayor disponibilidad de agua libre superficial en los márgenes del salar. Este tipo vegetacional está compuesto básicamente por dos formaciones vegetacionales. La primera corresponde al ensamble *Zameioscirpus atacamensis* – *Deyeuxia curvula* con una superficie de 15,6 ha, se ubica en las zonas ambientales 1 y 2, siendo esta última la que posee la mayor superficie de esta formación (14,6 ha), presentándose como una agrupación compacta de pequeñas unidades en torno a una mayor. En cambio las unidades presentes en la zona ambiental (ZA) 1, son de menor superficie (1ha en total) y se presentan dispersas dentro de la zona ambiental.

El segundo ensamble corresponde a aquellas formaciones dominadas por *Oxychloe andina*, las que ocupan una superficie de 12 hectáreas repartidas en las zonas ambientales 6, 10, 16 y 27, siendo las zonas ambientales 6 y 10 las que concentran la mayor superficie de esta formación (11,4ha). Las unidades presentes en la ZA10 se presentan agrupadas en torno a una unidad mayor, mientras que las unidades pertenecientes a la ZA 6 se presentan dispersas sin llegar a conformar grupos o zonas de concentración importantes.

La **Figura 4** muestra la localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales que componen el tipo vegetacionales “Bofedal” en el salar del Huasco.

Figura 4: Localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales componentes del tipo vegetacional “bofedal” en las distintas zonas ambientales definidas para el sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



			Zona Ambiental												Total (ha)	Total Nº
			1		2		6		10		16		27			
Formación Vegetal	Especies Dominantes	Color	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº		
A-#	za dc		1,0	35	14,6	242									15,6	277
A-#	oa						5,2	282	6,2	82	0,03	5	0,6	10	12,0	379
Superficie (ha) y Nº de Unidades			1,0	35	14,6	242	5,2	282	6,2	82	0,03	5	0,6	10	27,6	656

Tipo Vegetacional Vega salina:

Tipo vegetacional que agrupa a tres formaciones vegetacionales, la especie representativa de estas formaciones es *Carex misera*, ocupa una superficie de 373,2 hectáreas repartidas en aproximadamente 3100 unidades. Se ubica en las zonas ambientales 5, 6, 16, 25 y 27, siendo en esta última unidad donde se encuentra la mayor superficie de esta tipología.

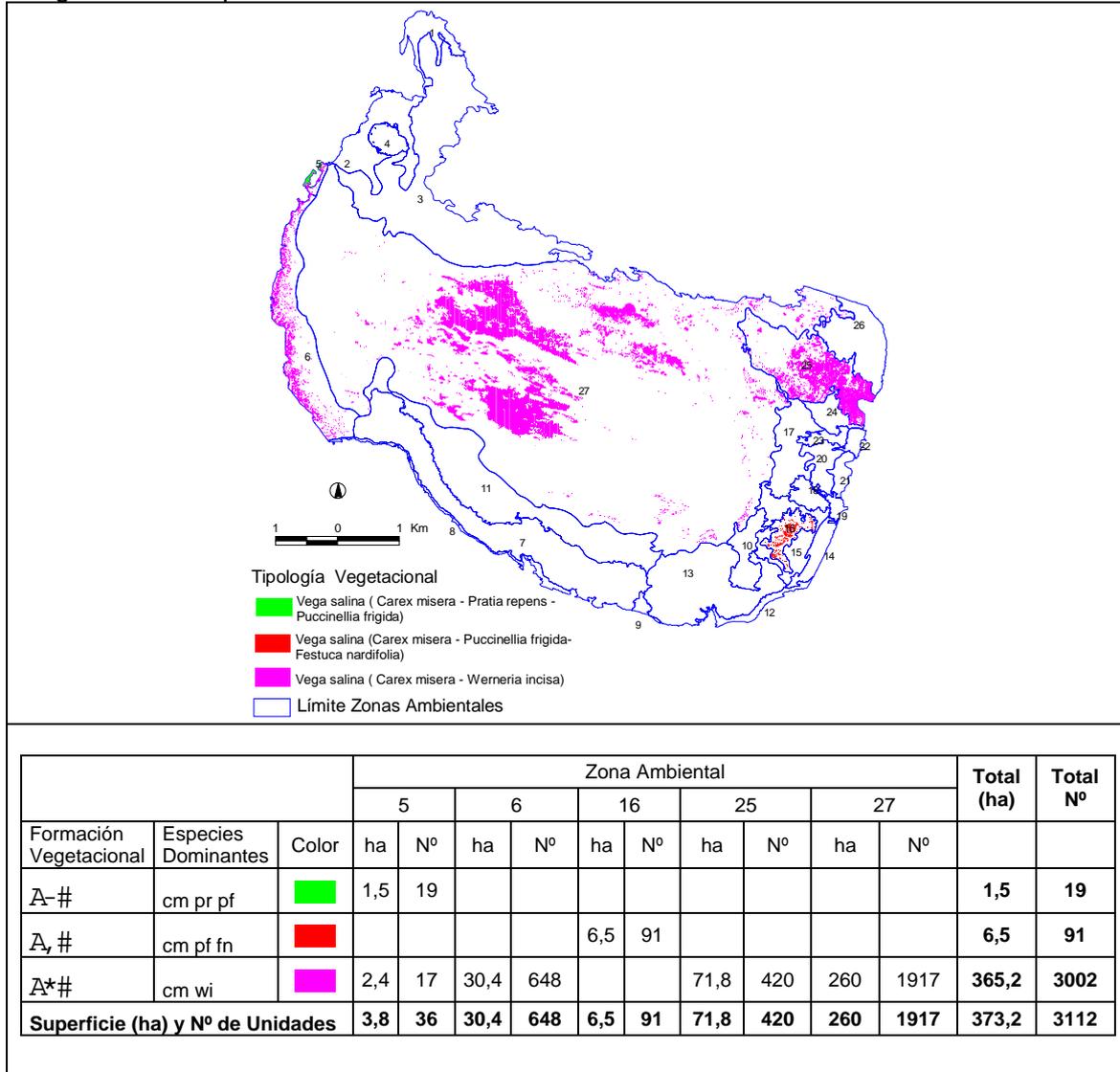
El primer ensamble que compone este tipo vegetacional corresponden a *Carex misera* – *Pratia repens* – *Puccinellia frigida*, esta formación se ubica exclusivamente en la ZA 5, asociado a las surgencias de agua que afloran en las laderas de esta unidad. Presenta un porcentaje de cubrimiento que fluctúa entre en 75 – 90 % de la superficie, el contenido de sales en superficie es bajo, comparado con el resto de las formaciones, siendo posible encontrar cursos de agua que irrigan estas formaciones. Posee una superficie de 1,5 ha, repartidas en un número aproximado de 19 unidades. La información detallada de esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 11**.

El segundo ensamble corresponde a la formación de *Carex misera* – *Puccinellia frigida* – *Festuca nardifolia*, la que se ubica exclusivamente en la unidad 16, posee una superficie de 6,5 ha repartidas en un número cercano a las 91 unidades, las cuales se ubican centralmente en la ZA conformando varios núcleos rodeados de unidades de menor tamaño. Este sector se caracteriza por presentar un alto contenido de sales, sobre el 90%, que corresponden al sustrato sobre el cual se desarrolla la vegetación presente en esta unidad. En cuanto a la cobertura vegetal, ésta se presentó al momento de la evaluación, en su mayoría en estado de rastrojo (sobre el 50%) principalmente de *Carex misera* y *Puccinellia frigida*. La información detallada de esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 6**.

El tercer y mayor ensamble dentro de esta tipología corresponde a *Carex misera* – *Werneria incisa*, con una superficie de 365,2 ha, se ubica en las zonas ambientales 5, 6, 25 y 27, con un número total de unidades cercanas a los 3.000 polígonos. Corresponde a una formación de bajo cubrimiento vegetal, comparado con el resto de las formaciones que componen esta tipología, en un rango que fluctúa entre el 10 al 25 por ciento de la superficie. Se caracteriza por presentar amplios sectores de sales en superficie. Las unidades de mayor superficie se encuentran ubicadas en las zonas ambientales 25 y 27 en donde cubre amplios sectores de dichas áreas, sin embargo en la ZA 6, se presenta de manera irregular, formando pequeñas unidades que se ubican en los bordes de aquellas formaciones de mayor cubrimiento. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 3**.

La distribución, superficie y número de unidades de las diferentes formaciones vegetacionales que componen esta tipología se entrega en la **Figura 5**.

Figura 5: Localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales componentes del tipo vegetacional “vega salina” en las distintas zonas ambientales definidas para el sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



Tipo Vegetacional Pajonal salino:

Esta tipología agrupa un total de seis formaciones vegetacionales, siendo una de las que engloba el mayor número de formaciones. Posee una superficie total de 463,1 hectáreas, repartidas en aproximadamente 4.800 unidades, esta tipología conforma la matriz vegetacional en donde se insertan las formaciones que presentan un mayor cubrimiento vegetacional (bofedales y vegas salinas). Estas unidades se distribuyen en un total de 19 zonas ambientales, siendo las ZA 3, 7, 13, 25 y 26 las que presentan las mayores superficies de esta tipología.

La distribución de las distintas formaciones vegetacionales que componen esta tipología es bastante regular, reconociéndose claramente las zonas ambientales en que se encuentra una u otra formación, a excepción de aquellas ubicadas en la zona ambiental 7, en la cual es posible encontrar dos formaciones, determinando un mayor grado de complejidad en este sector. Por otra parte estas formaciones se presentan espacialmente de manera dispersa, sin llegar a conformar núcleos claramente definidos, encontrándose interrumpidas por sectores sin cobertura vegetal u otras formaciones vegetacionales.

Las formaciones que conforman esta tipología corresponden a los siguientes ensambles florísticos:

- Formación de *Festuca nardifolia* – *Puccinellia frigida*: formación que presenta los valores más altos de cubrimiento dentro de esta tipología, con valores que fluctúan entre un 75 y 90 por ciento de la superficie. Se ubican en el sector sur del salar, en las ZA 7 y 11, ocupa una superficie de 58,1 ha en aproximadamente 690 unidades. Conforman principalmente el borde externo de los núcleos de vegetación más activa, que se encuentran asociados al curso de agua que se ubica en este sector.

- Formación de *Festuca deserticola*: se ubica en la porción norte del salar, en las zonas ambientales 1, 2 y 3, ocupando una superficie de 84,2 ha repartidas en aproximadamente 927 unidades. Conforman principalmente la vegetación de borde que rodea las unidades de bofedal que allí se encuentran, conformando los márgenes externos de los sectores cubiertos con vegetación.

- Formación de *Deyeuxia curvula*: ubicada en las zonas ambientales 25 y 26, posee una superficie de 118,5 ha en aproximadamente 352 unidades. Presenta un cubrimiento que fluctúa entre un 10 a 25 %. Esta formación representa la interfase entre las formaciones de Pajonal salino y Vega salina, que se encuentran más externamente en el salar y los sectores cubiertos por sales que se desarrollan más hacia el interior del mismo. Espacialmente se distribuye como una unidad homogénea, sin embargo, dado su bajo cubrimiento, existen amplios sectores

descubiertos en que predominan las sales en superficie. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 2**.

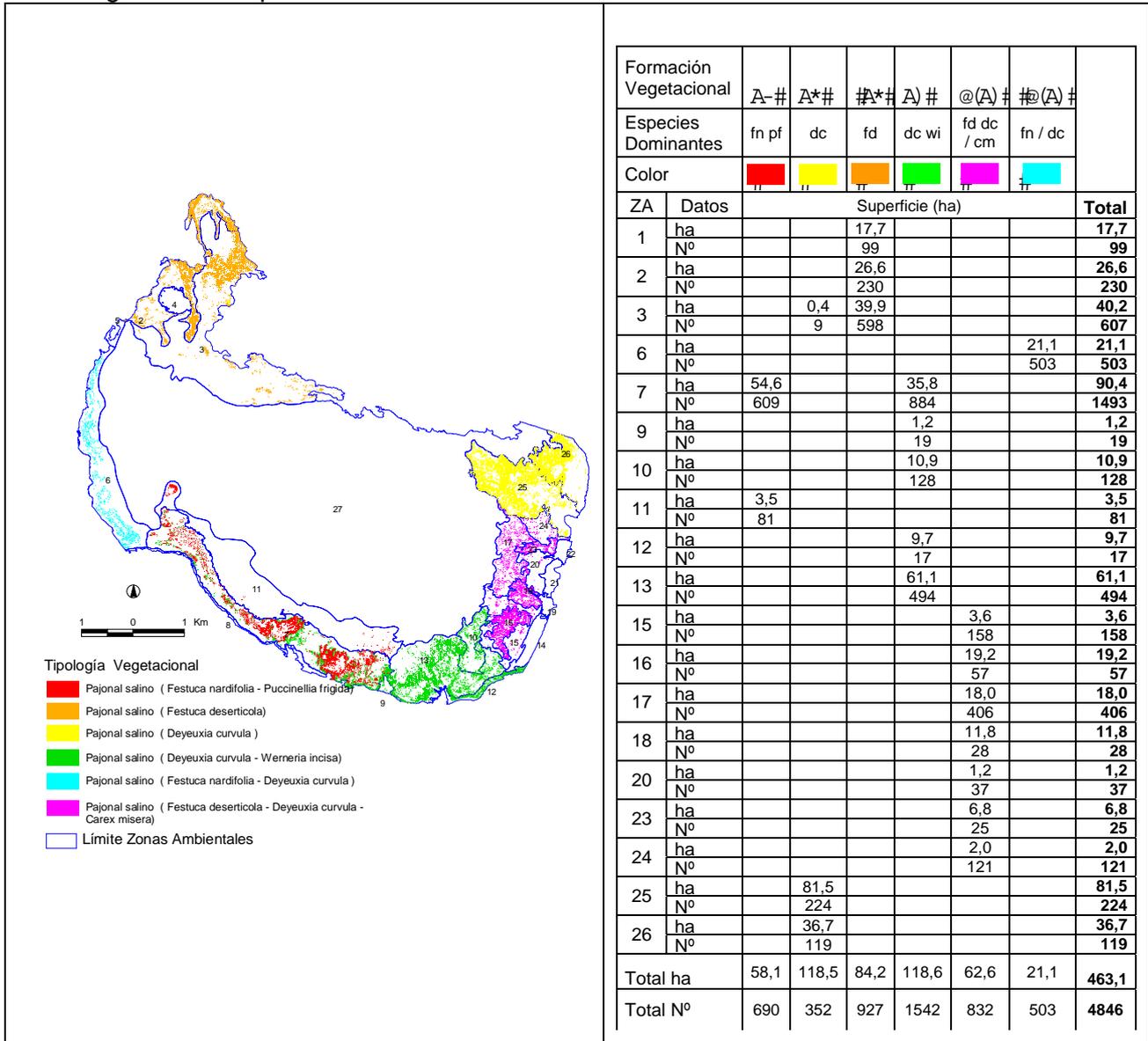
- Formación de *Deyeuxia curvula* – *Werneria incisa*: ocupa una superficie de 118,6 ha, repartidas en aproximadamente 1542 unidades las que se distribuyen en las zonas ambientales 7, 9, 10, 12 y 13 ocupando generalmente la posición mas externa de los ensambles florísticos que allí se desarrollan, conformando el ecotono entre la vegetación mas activa y manto salino del salar. Presenta un cubrimiento vegetal entre un 5 y 10 % de la superficie. Al interior de la ZA 7 comparte posición con la formación de *Festuca nardifolia* – *Puccinellia frigida*, perteneciente a esta tipología, conformando un conjunto de mayor complejidad vegetacional dentro de este tipo vegetacional, mientras que en el resto de las zonas en que esta presente esta formación, es la única representante de esta tipología.

- Formación de *Festuca nardifolia* – *Deyeuxia curvula*: formación compleja, bis-estratificada, compuesta principalmente por especies cespitosas, en donde la primera estrata, correspondiente a *Festuca nardifolia*, se ubica entre los 25-50 cm de altura con un cubrimiento que fluctúa entre un 1 a 5% de la superficie. La segunda estrata, correspondiente a la especie *Deyeuxia curvula*, se ubica en el rango inferior de la estratificación vertical de la formación, es decir, entre los primeros 25 centímetros de altura, con un cubrimiento ligeramente mayor, el cual varía entre un 5 – 10% de la superficie. Esta formación se ubica exclusivamente en la ZA 6, posee una superficie de 21,1ha repartidas en 503 unidades aproximadamente. En general representa la interfase entre las formaciones de mayor cubrimiento y los sectores cubiertos por sales. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 9**.

- Formación *Festuca deserticota* – *Deyeuxia curvula* – *Carex misera*: ensamble complejo compuesto de dos estratas, la primera, compuesta por especies cespitosas (*F. deserticota* – *D. curvula*) presenta una altura entre los 25 – 50 cm y un porcentaje de cubrimiento entre un 1 a 5%. La segunda estrata, correspondiente a *C. misera*, ocupa el rango inferior de la estratificación vertical del ensamble entre los primeros 25 cm de altura, con un cubrimiento que fluctúa entre un 5 – 10 % de la superficie. Esta formación se ubica en las zonas ambientales 15, 16, 17, 18, 20, 23 y 24, con una superficie de 62 ha, en un universo aproximado de 500 polígonos. Se ubica externamente al resto de los ensambles florísticos que en estas zonas ambientales es posible encontrar, representando el ecotono entre las formaciones de mayor cobertura y el sustrato salino.

La distribución, superficie y número de unidades de las diferentes formaciones vegetacionales que componen esta tipología se entrega en la **Figura 6**.

Figura 6: Localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales componentes del tipo vegetacional “pajonal salino” en las distintas zonas ambientales definidas para el sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



Tipo Vegetacional Llaletillar:

Tipo vegetacional arbustivo de un alto grado de especificidad, dominado por la especie *Frankenia triandra*, la cual posee una restringida distribución a nivel nacional, encontrándose exclusivamente en los salares del norte del país. Esta tipología agrupa dos formaciones vegetacionales ubicadas en las zonas ambientales 8 y 22 respectivamente, la primera, ubicada en el borde sur del salar, presenta un cubrimiento de un 5 – 10% con una superficie de 14,1ha las que se distribuyen en un número aproximado de 36 unidades, conformando un cordón casi continuo en el margen externo del salar. Esta formación no presenta asociación directa con otras formaciones ubicándose directamente sobre el sustrato salino.

Las unidades que se ubican en la zona ambiental 22, se caracterizan por presentar una superficie de 5,1 ha, repartidas en 10 unidades aproximadamente, de las cuales una de ellas ocupa prácticamente toda la superficie, conformando una unidad compacta con pequeñas unidades a su alrededor. El cubrimiento vegetal fluctúa entre un 25 – 50%. Esta formación se encuentra rodeada por formaciones de *Werneria incisa* las que han sido denominadas “Pupusal”.

La distribución, superficie y número de unidades de las diferentes formaciones vegetacionales que componen esta tipología se entrega en la **Figura 7**.

Tipo Vegetacional Pupusal:

Este tipo de formaciones se caracterizan por presenta como especie dominante a *Werneria incisa*, hierba perenne rizomatoza de hasta 10 cm de altura, propia de ambientes salinos, la cual forma “placas” sobre la superficie del terreno. Posee una superficie de 21 ha, distribuidas en 161 polígonos, los cuales se distribuyen en cinco zonas ambientales. Esta tipología presenta, al igual que la tipología anterior, dos formaciones vegetacionales, la primera ubicada principalmente en la ZA 19 (8,6 ha) con un pequeño remanente en la ZA 12 (0.02 ha), presenta un cubrimiento que fluctúa entre un 25 – 50 %, conformando una unidad compacta al interior de la zona ambiental. La segunda formación presenta un cubrimiento entre el 5 al 10 %, se localiza en las ZA 14, 21 y 22, y presenta una superficie de 12,7 ha. En este caso las unidades se encuentran mas dispersas que la formación anterior, localizadas externamente a las formaciones de Llaletillar, como ocurre en la ZA 22, o bien dispersas en la matriz salina que se presenta en el resto de las zonas ambientales.

La distribución, superficie y número de unidades de las diferentes formaciones vegetacionales que componen esta tipología se entrega en la **Figura 8**.

Figura 7: Localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales componentes del tipo vegetacional “llaretillar” en las distintas zonas ambientales definidas para el sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.

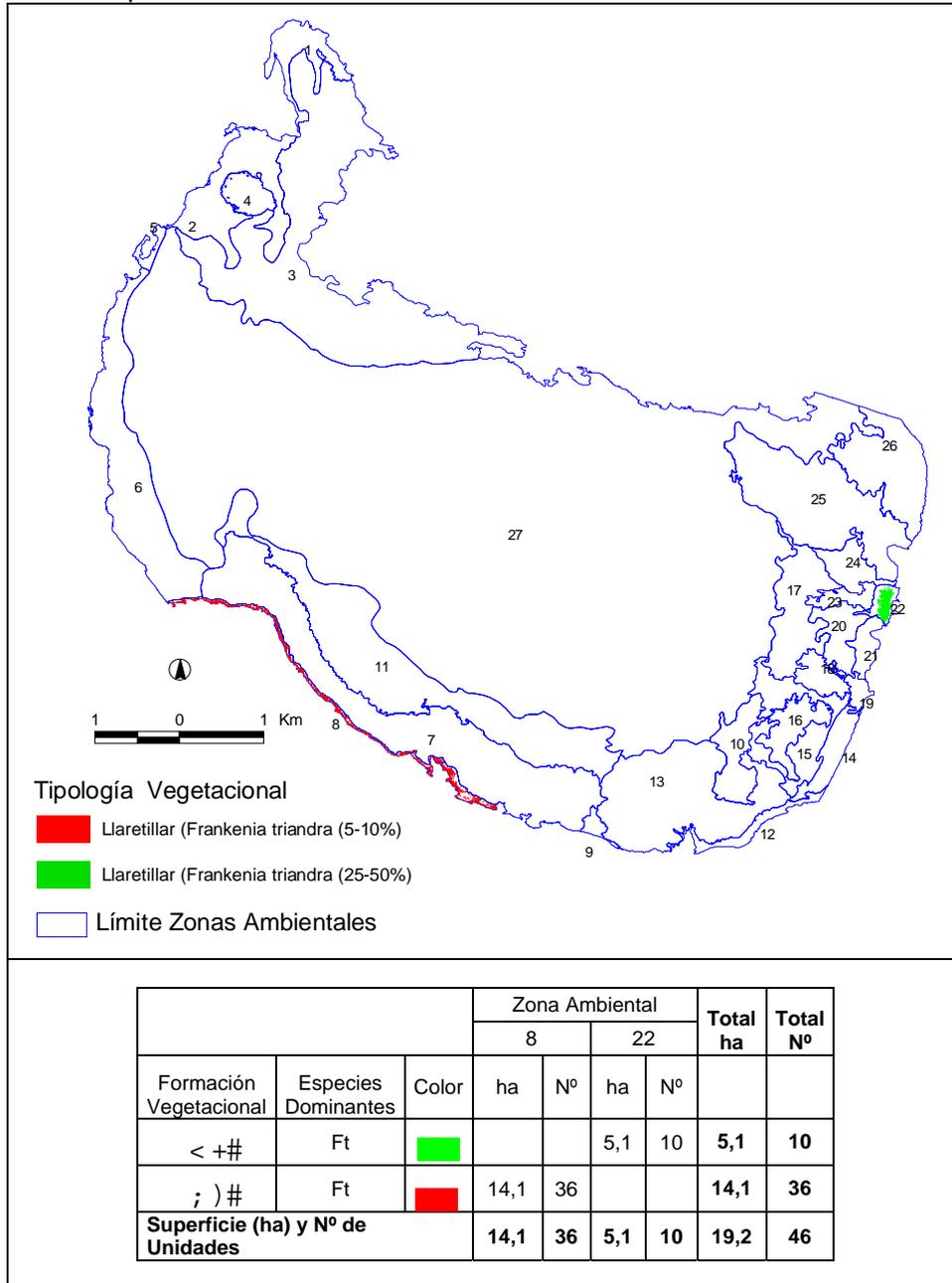
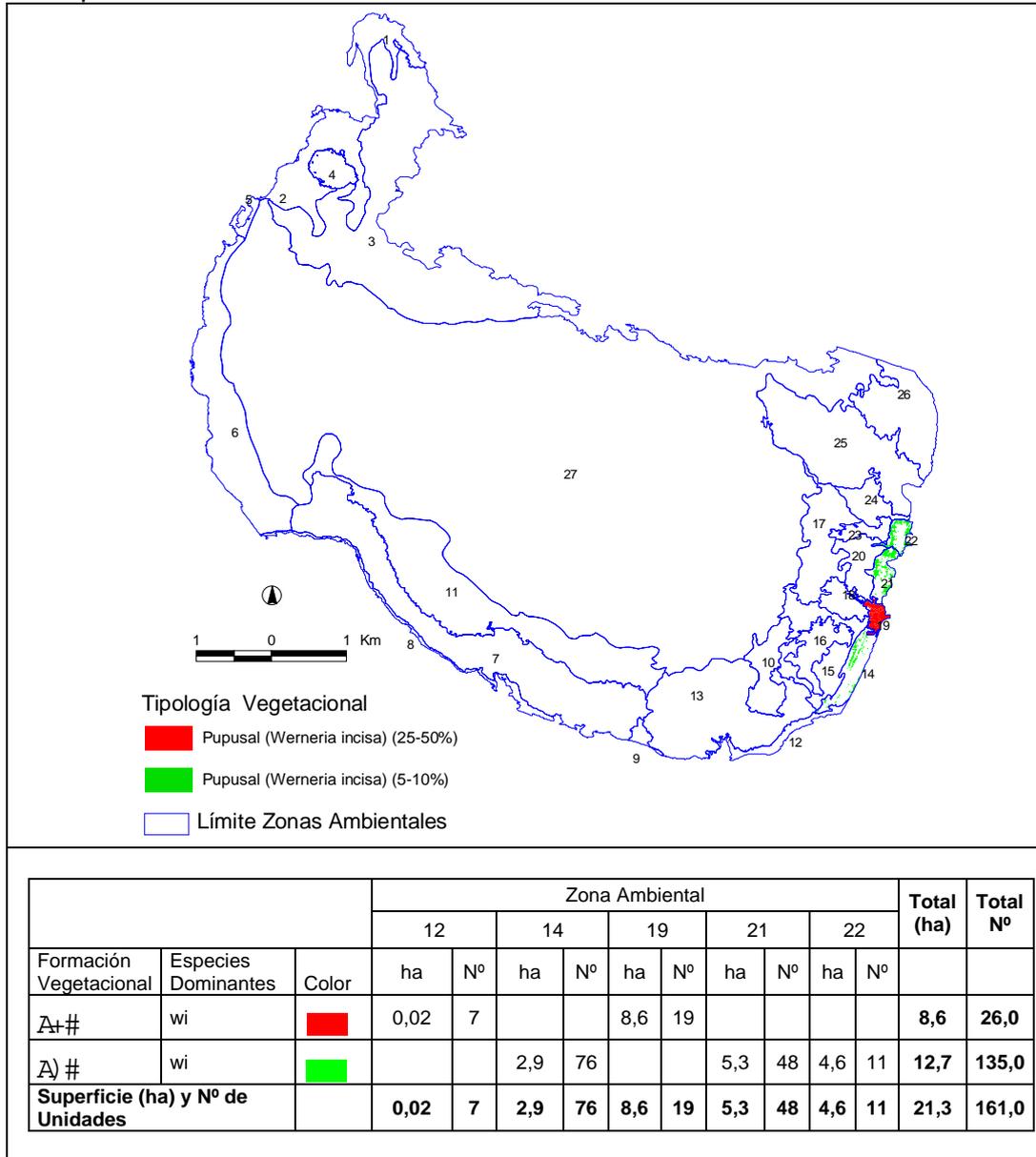


Figura 8: Localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales componentes del tipo vegetacional “pupusal” en las distintas zonas ambientales definidas para el sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



Tipos Vegetacionales Mixtos:

Los siguientes tipos vegetacionales, corresponden a formaciones vegetacionales complejas, en las que coexisten dos formaciones vegetacionales, claramente diferenciables en cuanto a sus especies representativas, pero, a nivel espacial se hace difícil su delimitación o disgregación, determinando ensambles más complejos que los descritos anteriormente. En este caso, además de la complejidad en la estratificación vertical que los ensambles puedan presentar, se presentan elementos funcionales distintos, que comparten la misma posición espacial de tal manera que forman un cuadro paisajístico homogéneo.

Es posible distinguir cuatro tipologías de este tipo, las que agrupan un total de seis formaciones vegetacionales distintas. Estas formaciones ocupan una superficie de 197,7 hectáreas en el salar, repartidas en aproximadamente 1400 polígonos. Las siguientes son las tipologías correspondientes a este grupo:

Tipología Pajonal salino – Bofedal:

Este tipo vegetacional agrupa a dos formaciones vegetacionales, que tienen como elemento común la presencia de *Festuca nardifolia* como constituyente dominante del pajonal salino.

Los ensambles que componen esta tipología corresponden a la Formación de *F. nardifolia* – *Zameioscirpus atacamensis*, la que se ubica en las zonas ambientales 7 y 11 con una superficie de 40,2 ha y un número de 381 polígonos aproximadamente, posee un cubrimiento superior al 50% en ambas estratas. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 8**.

El segundo ensamble está formado por las especies *F. nardifolia* y *Carex misera* – *Z. atacamensis*, estas dos últimas componen los sectores ocupados por la porción de bofedal. Esta formación vegetacional posee una superficie de 12 ha repartidas en 280 polígonos, se ubica en las ZA 17, 18 y 23 con un cubrimiento que fluctúa entre un 10 – 25% para la estrata de pajonal salino y un 25 – 50% para la estrata de bofedal. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 5**.

Tipología Pajonal salino – Vega salina:

Tipología que agrupa a dos formaciones vegetacionales, en la primera de ellas, la estrata correspondiente al pajonal salino está dominado por la especie *Deyeuxia curvula*, mientras que la estrata del tipo vega salina está dominada por *Carex misera*. Esta formación posee una superficie de 41,7 ha repartidas en 140

polígonos aproximadamente, el cubrimiento vegetal se encuentra entre un 25 – 50% para la estrata superior (pajonal salino) y entre un 1 - 5% para la estrata inferior (bofedal), se ubica en la porción norte del salar, en las ZA 1 y 2. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 10**.

La segunda formación se encuentra preferentemente en la ZA 10, además, es posible encontrar algunas porciones muy restringidas al interior de la ZA 27. Posee una superficie de 22,4 hectáreas, las que se reparten en 140 polígonos aproximadamente. Las especies dominantes de esta formación corresponden a *F. nardifolia* en la estrata superior, con un cubrimiento que varía entre un 25 – 50%, y *C. misera*, en la estrata inferior, el cual posee un cubrimiento que va desde un 10 a un 25% de la superficie. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 7**.

Tipología Pajonal salino – Pupusal:

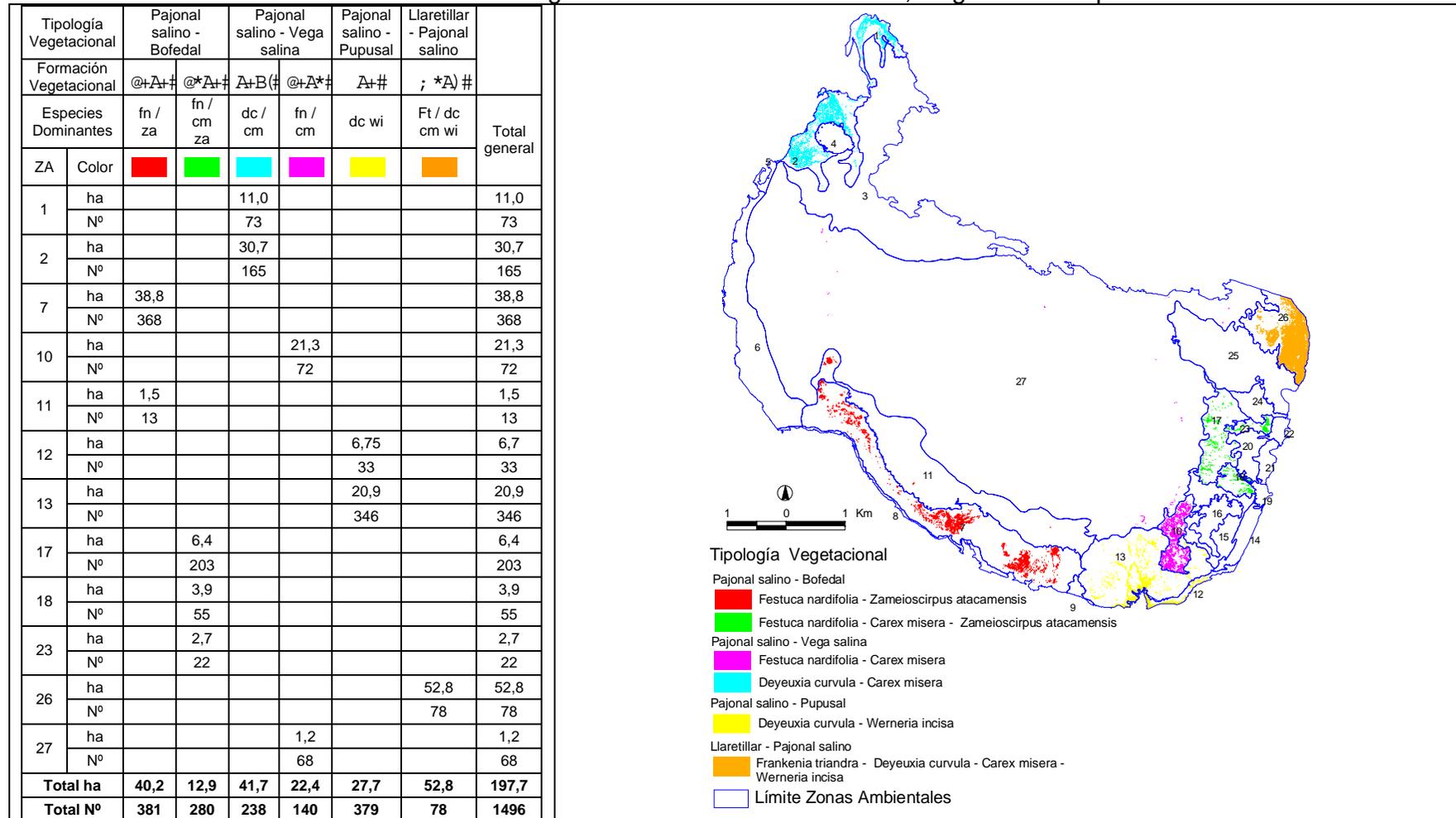
Esta tipología, compuesta por una sola formación vegetal, corresponde a un ensamble entre *Deyeuxia curvula* y *Werneria incisa*. Se ubica en las zonas ambientales 12 y 13, posee una superficie de 27, 7 hectáreas repartidas en 379 polígonos, de las cuales la mayor proporción se ubica en la ZA 13. El cubrimiento vegetal fluctúa entre un 25 – 50 % de la superficie.

Tipología Llaretillar – Pajonal salino.

Tipología en la cual coexiste una formación arbustiva de *Frankenia triandra*, en la estrata superior (primeros 25 cm) y una formación de herbácea de *Deyeuxia curvula*, acompañada por las especies *Carex misera* y *Werneria incisa*. Se ubica exclusivamente en la ZA 26, ocupando una superficie de 52,8 hectáreas en aproximadamente 78 polígonos. Corresponde a una tipología bastante compacta en su distribución espacial, presentando cubrimientos que fluctúan entre un 10 a 25 % en la estrata arbustiva y un 5 a 10 % en la estrata herbácea. La información referente a esta formación se entrega en el Anexo Tablas: **Tabla 4**.

La distribución, superficie y número de unidades de las diferentes tipologías vegetacionales y su correspondiente formación vegetal que componen este grupo de tipologías mixtas entrega en la **Figura 9**.

Figura 9: Localización, superficie y número de unidades, de las formaciones vegetacionales clasificadas en tipologías mixtas, en las distintas zonas ambientales del sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



5 ANÁLISIS FINAL Y RECOMENDACIONES DE MONITOREO

Finalmente, las distintas formaciones que componen el sistema vegetacional del salar del Huasco, se ubican principalmente en los márgenes o bordes del salar, existiendo un escaso desarrollo de la vegetación hacia el interior de esta unidad geográfica. Las mayores concentraciones de unidades vegetacionales se encuentran al este del salar, continuando por el borde sur para terminar en la porción nor-oeste.

En su mayoría las formaciones vegetacionales se encuentran dispersas, lo que se refleja en el alto número de polígonos discriminados para cada una de ellas. Por otra parte, el contenido de sales en superficie, es un elemento característico en todas las unidades discriminadas, y sólo en aquellas formaciones en que la vegetación presenta altos valores de cubrimiento, este sustrato queda desplazado hacia los bordes de ellas.

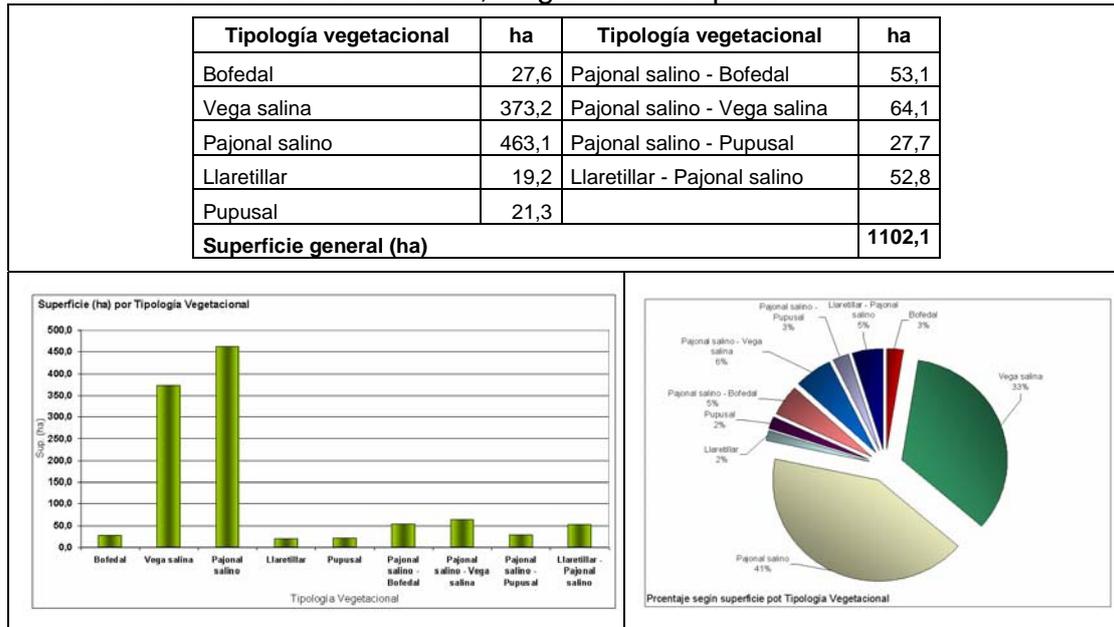
En síntesis, el sistema vegetacional del salar del Huasco está compuesto por un total de 21 formaciones o ensambles florísticos distintos, agrupados en un total de 9 tipologías vegetacionales. Las especies dominantes más representativas corresponden a *Oxychloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis*, componentes de las formaciones de “Bofedal”; *Carex misera*, especie dominante en las formaciones de “Vega salina”; *Festuca nardifolia*, *F. deserticola* y *Deyeuxia curvula*, conforman la matriz del “Pajonal salino”; *Frankenia triandra*, especie arbustiva, que conforma las unidades de Llaletillar y por último, *Werneria incisa*, especie dominante en las formaciones del tipo “Pupusal”.

De esta manera el paisaje vegetacional del salar, está marcado por la existencia de especies herbáceas bajas de hábito cespitoso, que conforman en mayor o menor grado la matriz en la cual se insertan el resto de las formaciones, las cuales corresponden en algunos casos a especies herbáceas bajas, con aspecto de cojín o placa, o bien especies herbáceas con aspecto de césped. Formaciones más puntuales corresponden a las unidades de Llaletillar en donde la fisonomía queda representada por arbustos muy bajos en “placa” de hábito acojinado correspondientes a la especie *F. triandra*.

En términos generales, aquellas áreas cubiertas por vegetación representan en términos de superficie un total de 1102,1 hectáreas dentro del salar. De estas, la mayor proporción, un 41%, lo ocupa la tipología Pajonal salino (463,1 ha), le sigue la tipología Vega salina con un 33% de la superficie equivalentes a 373,2 hectáreas. Las unidades pertenecientes a la tipología de Bofedal representan el 3% de la superficie con 27,6 hectáreas, a estas, se deben sumar aquellos sectores correspondientes a la tipología Pajonal salino – bofedal, las que ocupan una superficie de 53,1 ha, equivalentes al 5%. El detalle de las superficies y

porcentajes correspondientes a cada tipología vegetacional en las que se han agrupado las formaciones vegetacionales del salar de Huasco se entrega en la Figura 10.

Figura 10: superficie y porcentaje según superficie de las tipologías en las que has sido agrupada las distintas formaciones vegetacionales que se presentan actualmente en el salar del Huasco, Región de Tarapacá.



El grado de dispersión que las formaciones presentan, toma importancia al momento de definir las “áreas críticas” dentro del salar, las que serán consideradas o definidas como áreas de monitoreo de cambios en el futuro, y de esta manera poder predecir y/o evaluar el efecto que las actuales o futuras actividades antrópicas que se llevan (en) a cabo en el salar, tengan sobre los sistemas vegetacionales que se desarrollan en él. De esta manera, aquellas formaciones que se presenten dispersas en pequeñas unidades, tendrán una mayor relevancia frente a aquellas formaciones que conformen agrupaciones más o menos compactas y de mayor superficie. Por otra parte estos puntos serán localizados alejados de las actuales áreas de pastoreo o manejo que los propietarios de los terrenos del salar mantienen actualmente, con el objeto de obtener valores que reflejen el desarrollo natural de las formaciones vegetacionales evaluadas para que sean comparables con cualquier actividad que en este sector se realice.

De acuerdo con lo expuesto, la zonas ambientales 6 y 7 representan un sector relevante para llevar a cabo estas evaluaciones, ya que las formaciones que allí se desarrollan se presentan en forma aislada, conformando una nube de pequeñas unidades asociadas a múltiples afloramientos de agua los que se encuentran

rodeados por sectores desprovistos de vegetación con un alto contenido de sales en superficie.

Según la representatividad de cada tipología en el salar, son las áreas de Pajonal salino y Vega salina las que poseen la mayor representación en términos de superficie, por esta razón serán susceptibles a ser incluidas como puntos de monitoreo. En este sentido, y considerando la experiencia que se ha registrado recientemente en otras unidades ambientales similares al salar del Huasco (Salar de Coposa), estos tipos vegetacionales que dependen en mayor medida de los aportes hídricos que reciben de la napa subsuperficial, resultan de alta relevancia para evaluar cambios en la dinámica hídrica del salar, particularmente si es posible establecer las fuentes de recarga del acuífero subsuperficial. Por estas razones se recomienda seleccionar la ZA 25, que se relaciona con posibles recargas provenientes de la cuenca de rinconada (oeste-suroeste) y la ZA 3 relacionada por potenciales aportes desde el norte y noroeste.

Siendo las unidades de bofedal, una de las que presentan los niveles productivos más altos en este tipo de ambientes, pese a su menor superficie, y de acuerdo a lo expuesto anteriormente, se propone la localización de puntos de monitoreo en aquellas zonas en que las formaciones vegetacionales se encuentran dispersas en pequeñas unidades sin conformar sistemas de mayor superficie. Así se propone la ZA 6 (representativa de aquellas formaciones de *Oxychloe andina*), y la ZA 1 (representativa de aquellas formaciones de *Zameioscirpus atacamensis* – *Deyeuxia curvula*), como sectores de monitoreo para las formaciones del tipo bofedal, quedando excluidas las unidades que se ubican en la zona ambiental 10, por presentar un mayor grado de intervención (canales de encause, para riego), salvo que se desee evaluar el efecto que tiene el manejo hídrico que actualmente se realiza en esta zona del salar.

6 ANEXOS

6.1 ANEXO TABLAS

Tabla 1: Valores de Formación vegetacional y Especie dominante, asignado a cada una de las clases resultantes de la clasificación digital del índice de vegetación, salar del Huasco, Región de Tarapacá.

Zona Ambiental	CAPA	ID - Clase	Formación Vegetal	Especies Dominantes	ha	Nº
1	Núcleos	1-2	A. #	za dc	1,0	35
	Bordes	1-4	A+B (#)	dc / cm	11,0	73
	Vegetación salina	1-3	A*#	fd	17,7	99
	Aguas someras	1-5	L #	-----	0,1	5
	Sales	1-6	V #	-----	12,4	105
2	Núcleos	2-2	A. #	za dc	14,6	242
	Bordes	2-4	A+B (#)	dc / cm	30,7	165
	Vegetación salina	2-3	A*#	fd	26,6	230
	Cuerpos de agua	2-1	L #	-----	0,7	2
	Aguas someras	2-5	L #	-----	1,6	12
	Sales	2-6	V #	-----	24,7	243
3	Bordes	3-4	A*#	dc	0,4	9
	Vegetación salina	3-3	A*#	fd	39,9	598
	Aguas someras	3-5	L #	-----	1,1	7
	Sales	3-6	V #	-----	387,6	1243
4	Núcleos	4-2	I #	-----	0,0	1
	Bordes	4-4	I #	-----	0,5	19
	Vegetación salina	4-3	I #	-----	18,9	12
	Sales	4-6	I #	-----	4,1	55
5	Núcleos	5-2	A- #	cm pr pf	0,2	11
	Bordes	5-4	A- #	cm pr pf	1,3	8
	Vegetación salina	5-3	A*#	cm wi	2,4	17
	Aguas someras	5-5	L #	-----	0,2	2
	Sales	5-6	V #	-----	3,4	33
6	Núcleos	6-2	A- #	oa	5,2	282
	Bordes	6-4	@(A) #	fn / dc	21,1	503
	Vegetación salina	6-3	A*#	cm wi	30,4	648

Zona Ambiental	CAPA	ID - Clase	Formación Vegetal	Especies Dominantes	ha	Nº
	Cuerpos de agua	6-1	L #	----	0,6	8
	Aguas someras	6-5	L #	----	5,2	83
	Sales	6-6	V #	----	107,9	1006
7	Núcleo	7-2	@+A#	fn / za	38,8	368
	Bordes	7-4	A-#	fn pf	54,6	609
	Vegetación salina	7-3	A) #	dc wi	35,8	884
	Cuerpos de agua	7-1	L #	----	0,3	4
	Aguas someras	7-5	L #	----	1,6	35
	Sales	7-6	V #	----	161,3	1050
8	Bordes	8-4	;) #	Ft	0,1	3
	Vegetación salina	8-3	;) #	Ft	14,0	33
	Sales	8-6	V #	----	8,9	37
9	Núcleo	9-2	A) #	dc wi	0,0	2
	Vegetación salina	9-3	A) #	dc wi	1,2	17
	Sales	9-6	V #	----	0,1	2
10	Núcleos	10-2	A-#	oa	6,2	82
	Bordes	10-4	@+A*#	fn / cm	21,3	72
	Vegetación salina	10-3	A) #	dc wi	10,9	128
	Aguas someras	10-5	L #	----	0,3	10
	Sales	10-6	V #	----	5,7	147
11	Núcleos	11-2	@+A#	fn / za	1,5	13
	Bordes	11-4	A-#	fn pf	3,5	81
	Vegetación salina	11-3	L #	----	22,7	403
	Cuerpos de agua	11-1	L #	----	30,4	24
	Aguas someras	11-5	L #	----	54,0	176
	Sales	11-6	V #	----	154,6	1187
12	Núcleos	12-2	A+ #	wi	0,0	7
	Bordes	12-4	A+ #	dc wi	6,7	33
	Vegetación salina	12-3	A) #	dc wi	9,7	17
	Sales	12-6	V #	----	1,9	9
13	Núcleos	13-2	A+ #	dc wi	0,1	14
	Bordes	13-4	A+ #	dc wi	20,8	332
	Vegetación salina	13-3	A) #	dc wi	61,1	494
	Aguas someras	13-5	L #	----	0,0	3

Zona Ambiental	CAPA	ID - Clase	Formación Vegetal	Especies Dominantes	ha	Nº
	Sales	13-6	V #	----	110,1	400
14	Vegetación salina	14-3	A) #	wi	2,9	76
	Sales	14-6	V #	----	25,1	25
15	Bordes	15-4	@(#A) #	fd dc / cm	0,1	11
	Vegetación salina	15-3	@(#A) #	fd dc / cm	3,6	147
	Sales	15-6	V #	----	63,3	175
16	Núcleos	16-2	A-#	oa	0,0	5
	Bordes	16-4	A, #	cm pf fn	6,5	91
	Vegetación salina	16-3	@(#A) #	fd dc / cm	19,2	57
	Sales	16-6	V #	----	9,8	90
17	Núcleos	17-2	@*#A+ #	fn / cm za	0,1	27
	Bordes	17-4	@*#A+ #	fn / cm za	6,3	176
	Vegetación salina	17-3	@(#A) #	fd dc / cm	18,0	406
	Sales	17-6	V #	----	54,2	240
18	Núcleos	18-2	@*#A+ #	fn / cm za	0,0	1
	Bordes	18-4	@*#A+ #	fn / cm za	3,9	54
	Vegetación salina	18-3	@(#A) #	fd dc / cm	11,8	28
	Sales	18-6	V #	----	6,7	54
19	Bordes	19-4	A+ #	wi	3,0	12
	Vegetación salina	19-3	A+ #	wi	5,6	7
	Sales	19-6	V #	----	0,9	6
20	Vegetación salina	20-3	@(#A) #	fd dc / cm	1,2	37
	Sales	20-6	V #	----	31,4	112
21	Vegetación salina	21-3	A) #	wi	5,3	48
	Sales	21-6	V #	----	11,3	10
22	Bordes	22-4	< + #	Ft	5,1	10
	Vegetación salina	22-3	A) #	wi	4,6	11
	Sales	22-6	V #	----	1,8	20
23	Núcleos	23-2	@*#A+ #	fn / cm za	0,0	2
	Bordes	23-4	@*#A+ #	fn / cm za	2,7	20
	Vegetación salina	23-3	@(#A) #	fd dc / cm	6,8	25
	Sales	23-6	V #	----	5,1	19
24	Bordes	24-4	@(#A) #	fd dc / cm	0,0	1
	Vegetación salina	24-3	@(#A) #	fd dc / cm	2,0	120

Zona Ambiental	CAPA	ID - Clase	Formación Vegetal	Especies Dominantes	ha	Nº
	Sales	24-6	V #	-----	26,7	94
25	Bordes	25-4	A*#	cm wi	14,7	137
	Vegetación salina	25-3	A*#	cm wi	57,1	283
		25-7	A*#	dc	81,5	224
	Sales	25-6	V #	-----	22,8	235
26	Núcleos	26-2	; *#A) #	Ft / dc cm wi	0,0	5
	Bordes	26-4	; *#A) #	Ft / dc cm wi	52,8	73
	Vegetación salina	26-3	A*#	dc	36,7	119
	Sales	26-6	V #	-----	7,0	94
27	Núcleos	27-2	A-#	oa	0,6	10
	Bordes	27-4	@+##A*#	fn / cm	1,2	68
	Vegetación salina	27-3	A*#	cm wi	260,6	1917
	Cuerpos de agua	27-1	L #	-----	135,6	30
	Aguas someras	27-5	L #	-----	63,9	137
	Sales	27-6	V #	-----	2208,0	6112
Superficie (ha) y Número total de unidades					4897,1	24093

Tabla 2: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 1, salar del Huasco, Región de Tarapacá

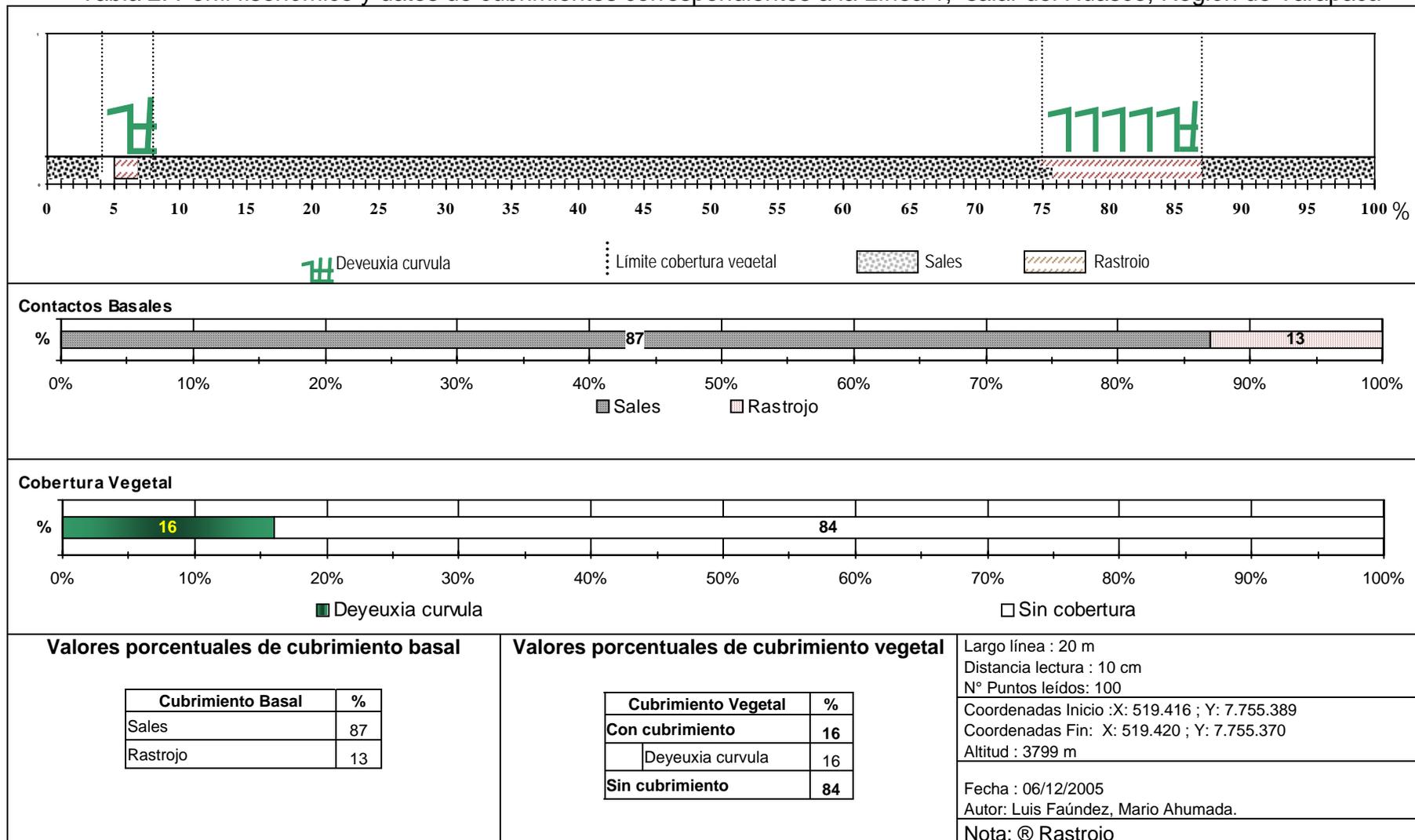


Tabla 3: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 2, salar del Huasco, Región de Tarapacá

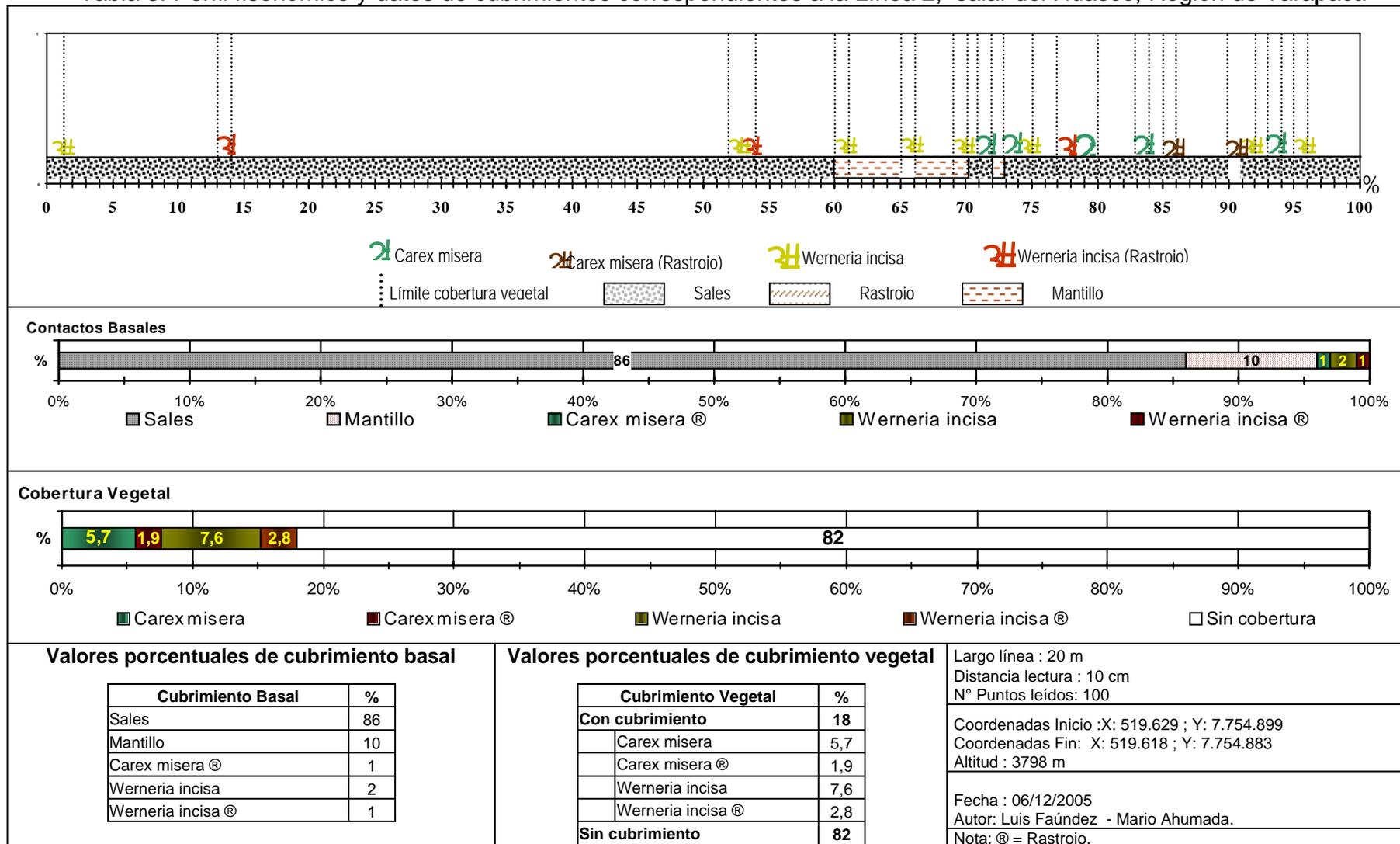


Tabla 4: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 3, salar del Huasco, Región de Tarapacá

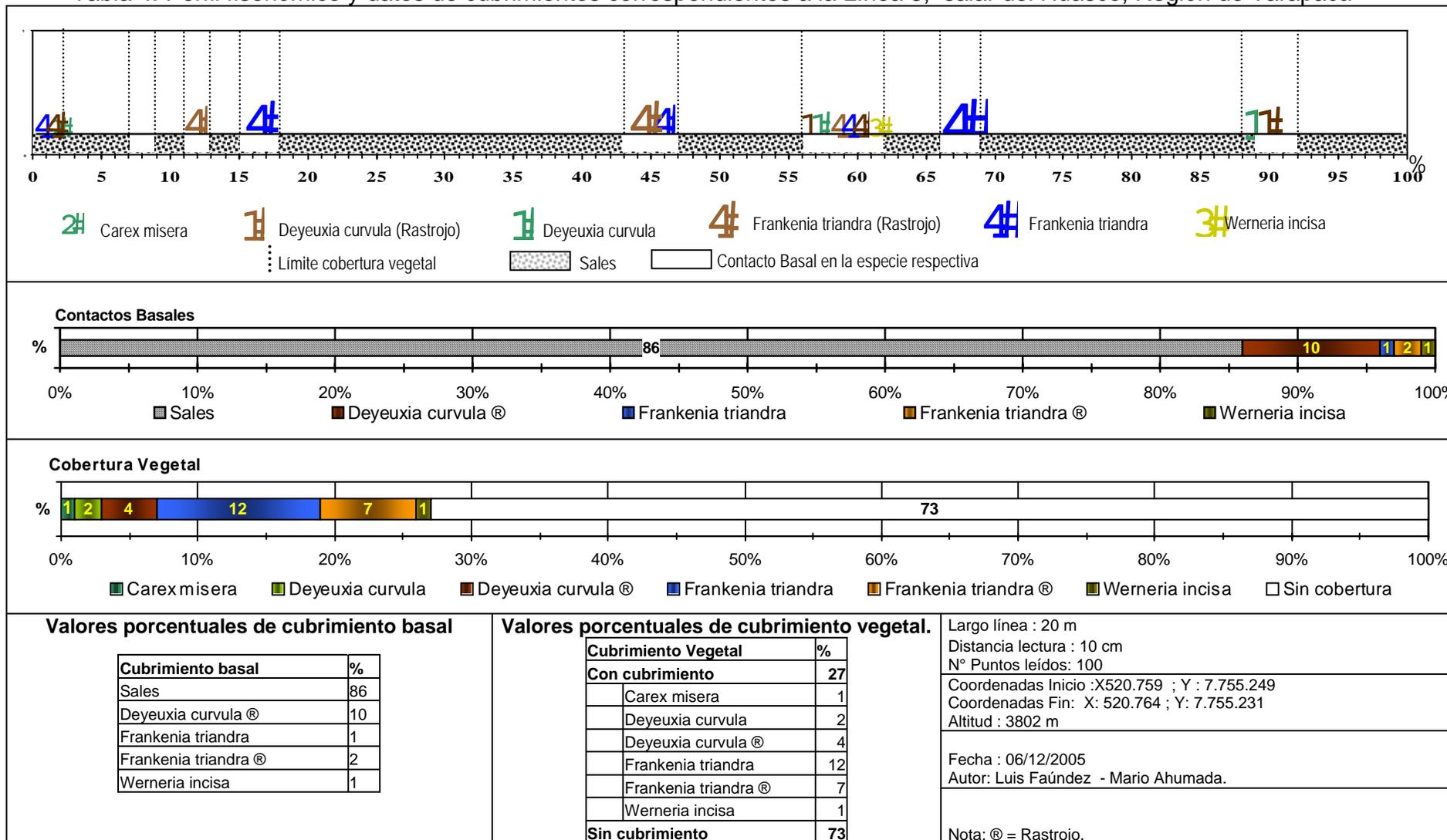


Tabla 5: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 4, salar del Huasco, Región de Tarapacá

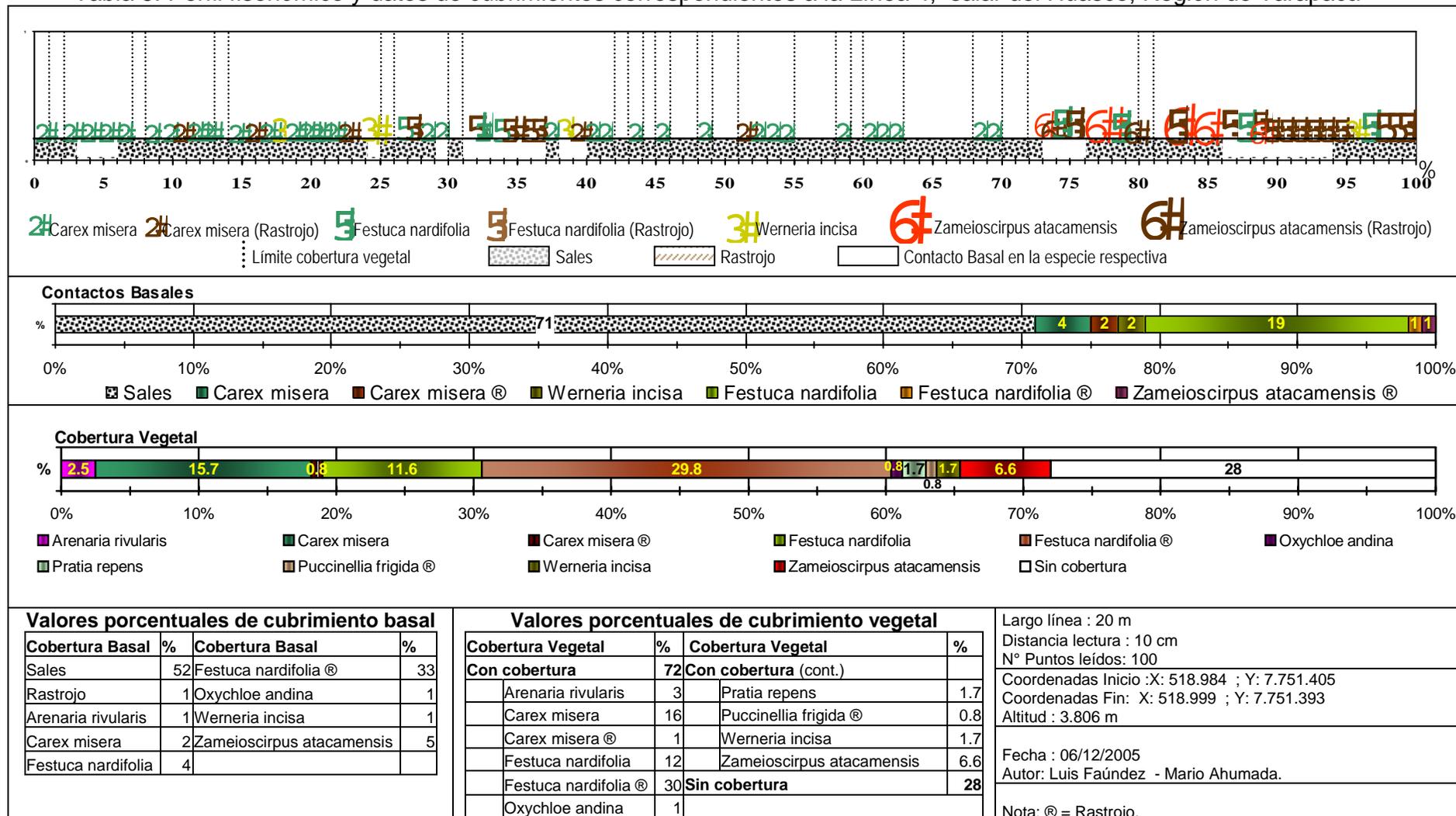


Tabla 6: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 5, salar del Huasco, Región de Tarapacá

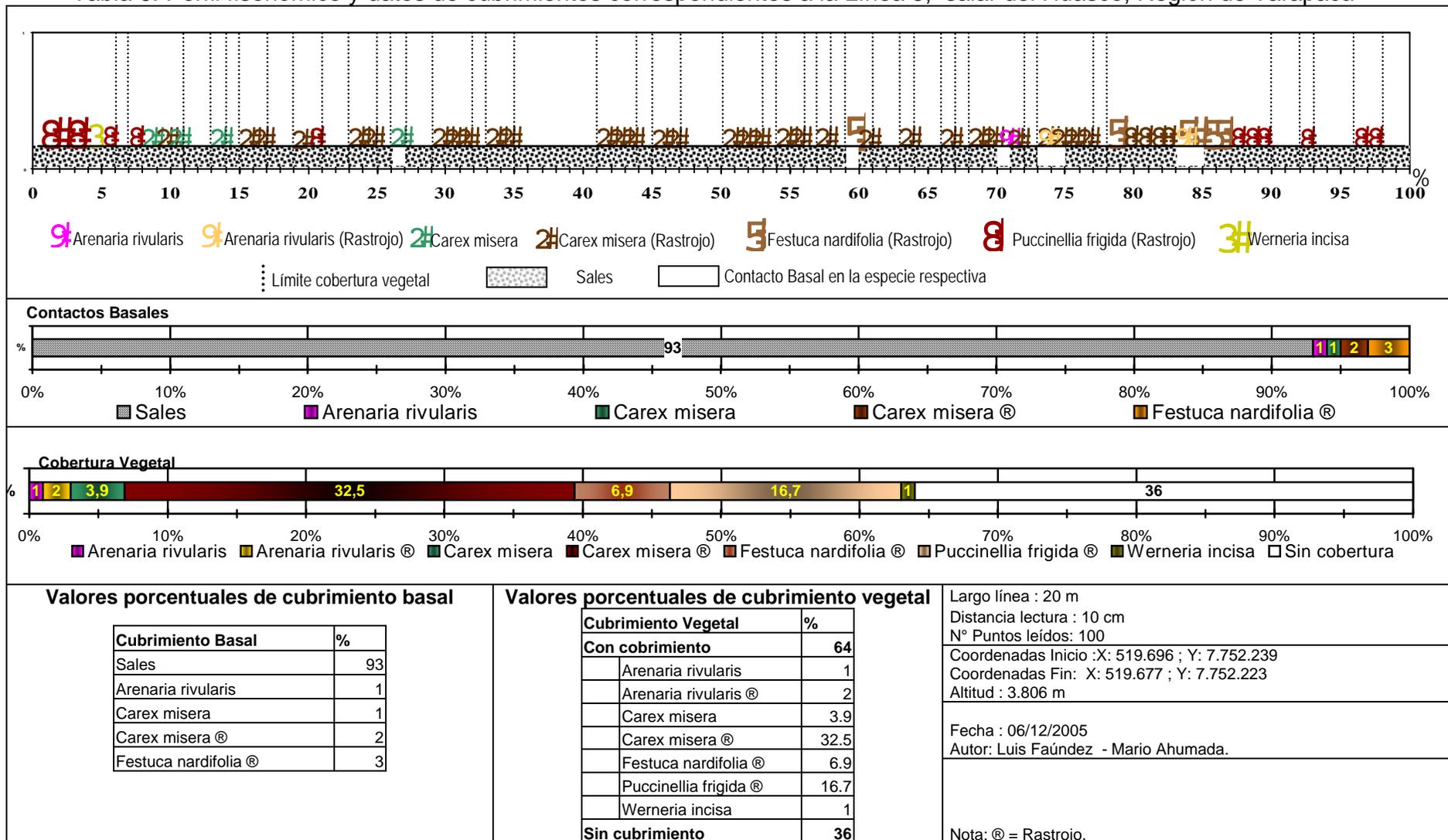


Tabla 7: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 6, salar del Huasco, Región de Tarapacá

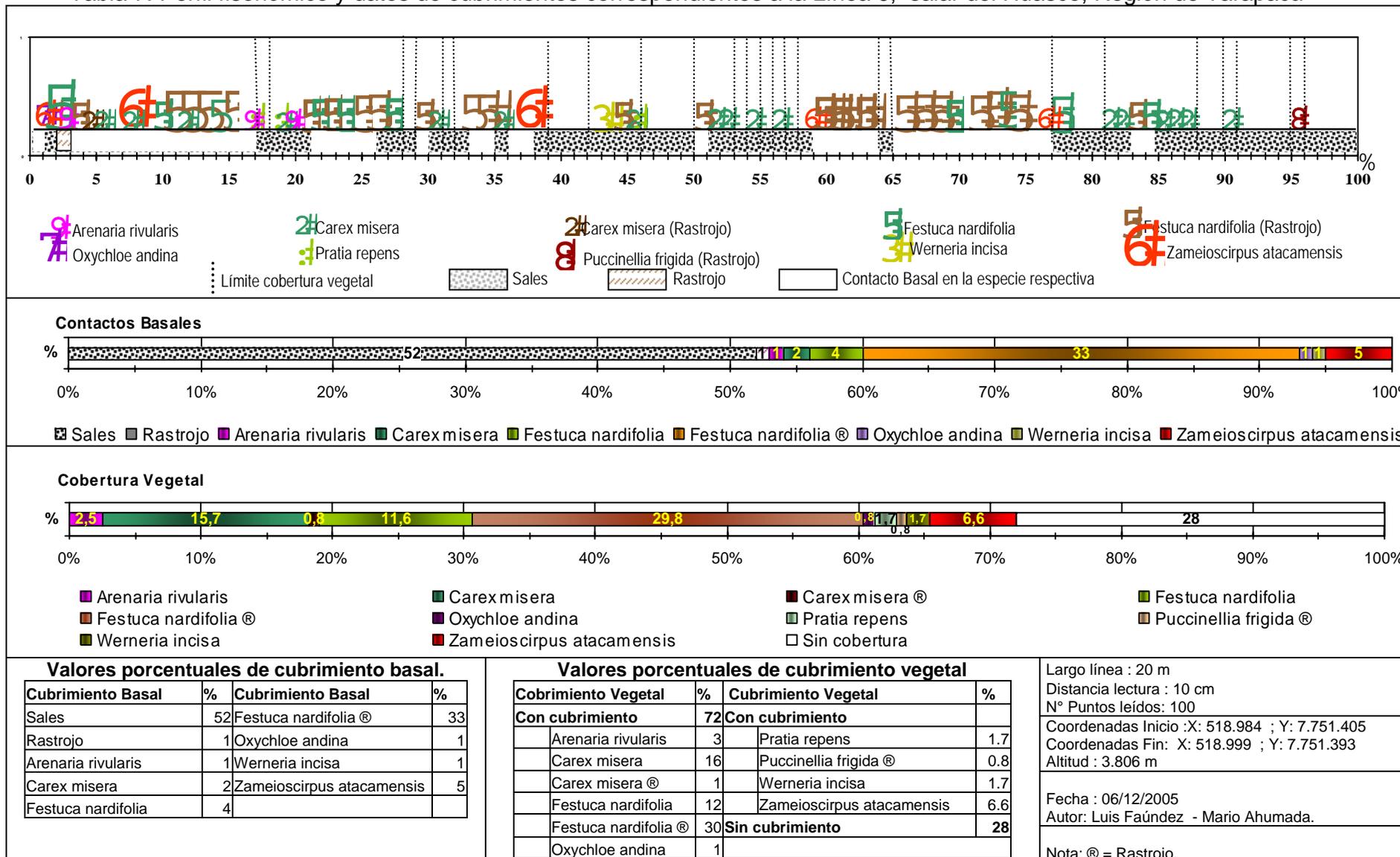


Tabla 8: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 7, salar del Huasco, Región de Tarapacá

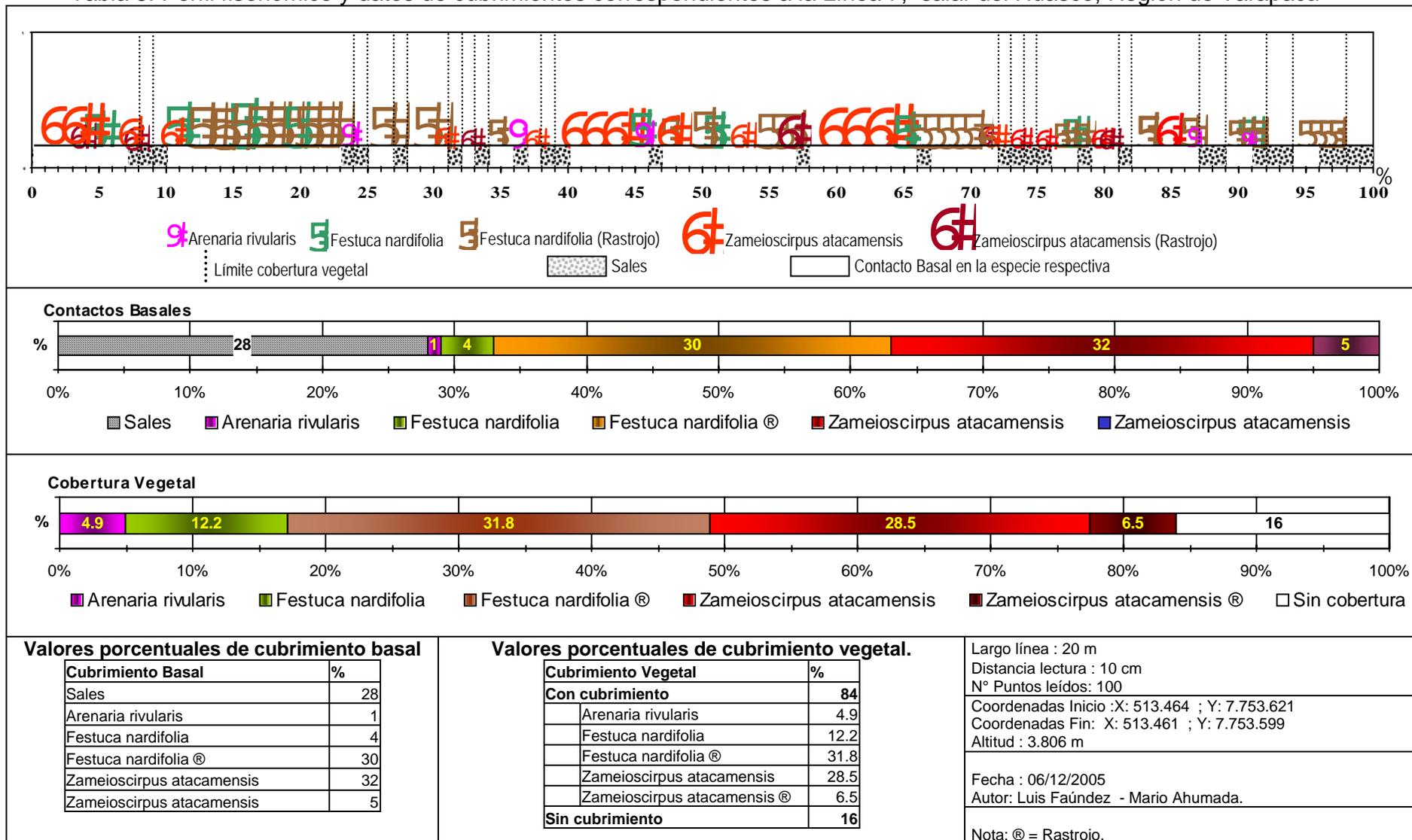


Tabla 9: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 8, salar del Huasco, Región de Tarapacá

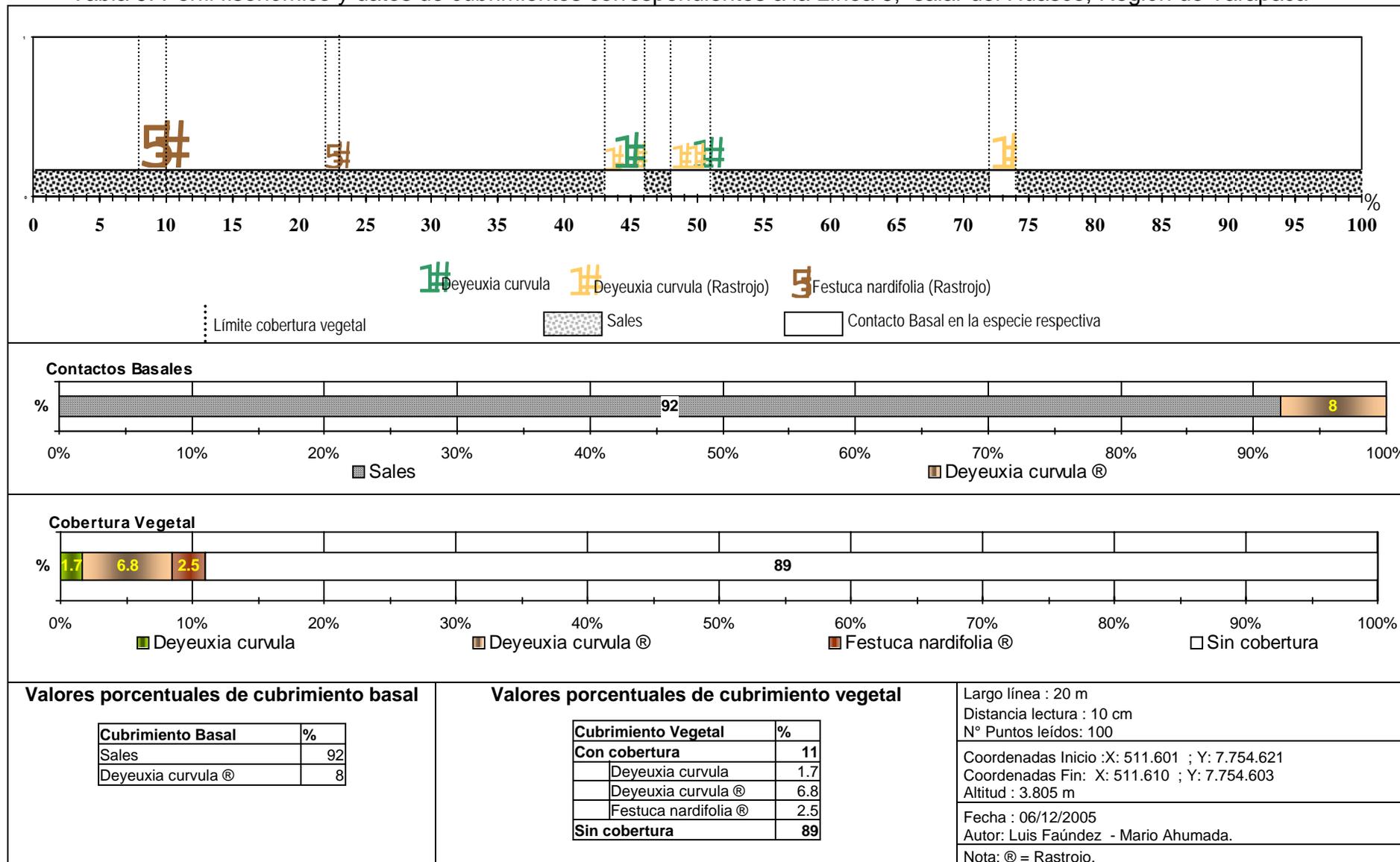


Tabla 10: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 9, salar del Huasco, Región de Tarapacá

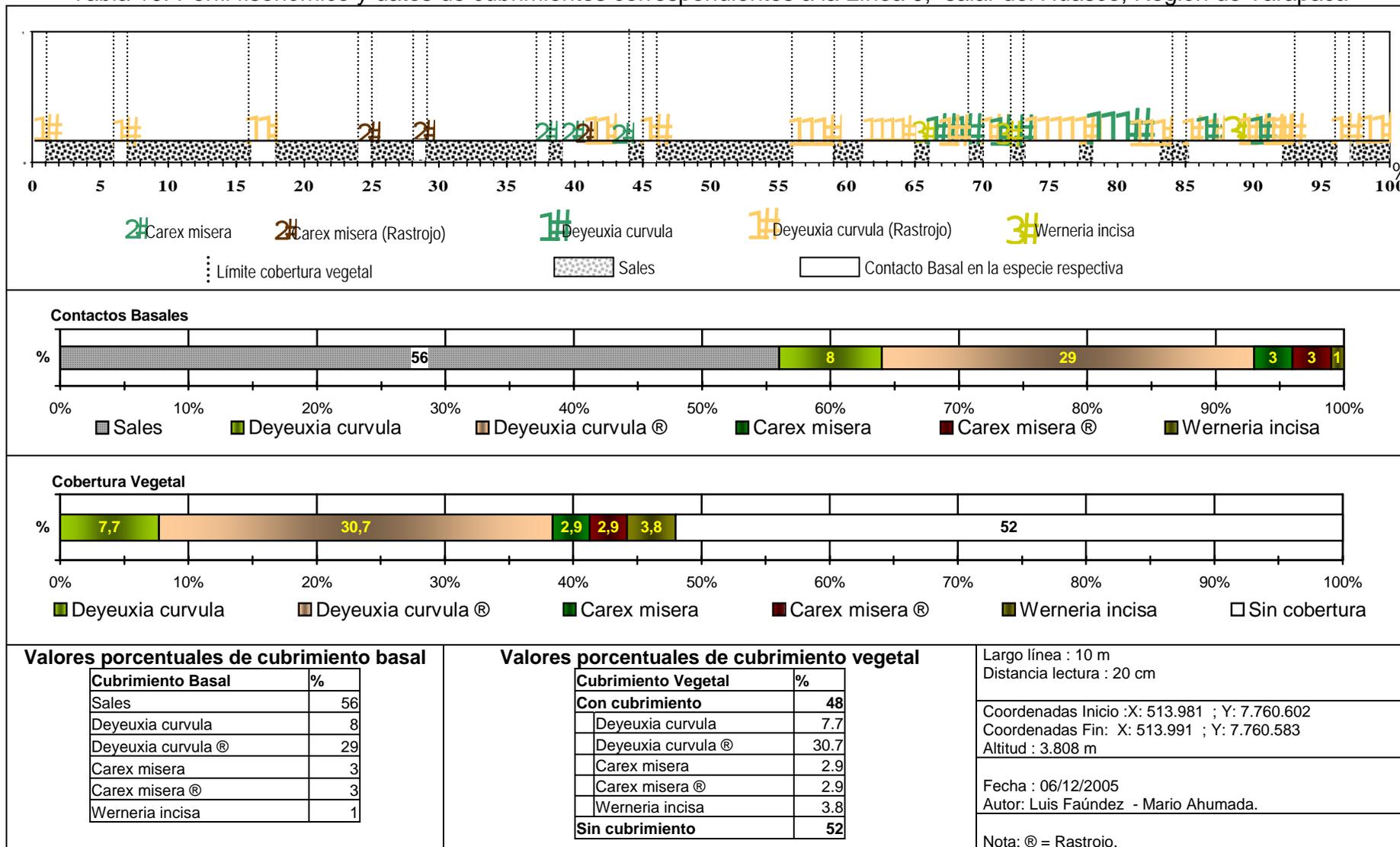


Tabla 11: Perfil fisonómico y datos de cubrimientos correspondientes a la Línea 10, salar del Huasco, Región de Tarapacá

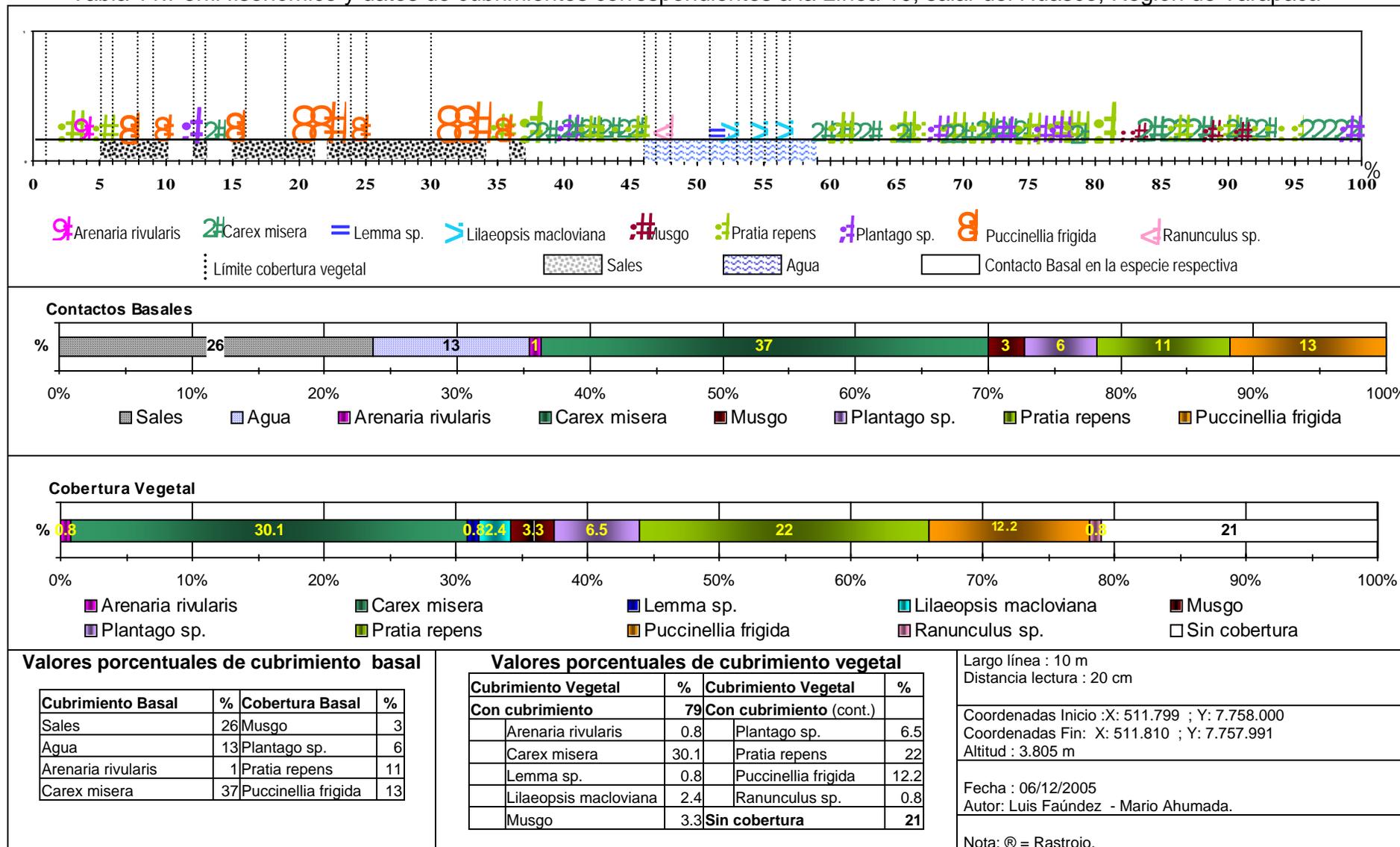
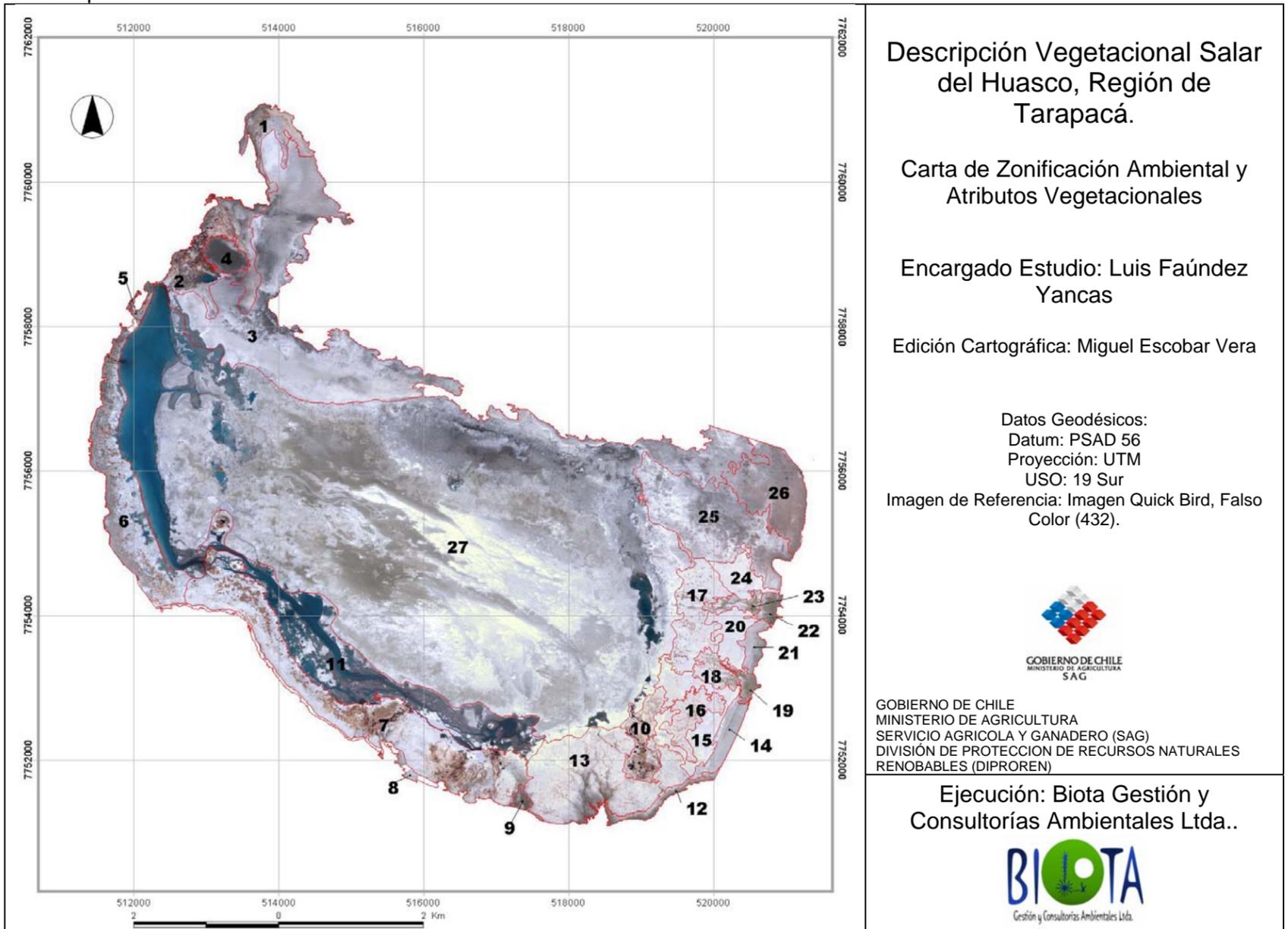


Tabla 12: Código Cartográfico de las Especies dominantes y Formaciones Vegetacionales, presentes en el salar del Huasco, Región de Tarapacá.

Código Formaciones Vegetacionales		Código Especie Dominante																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CODIGO TIPO BIOLÓGICO - CUBRIMIENTO</th> </tr> <tr> <th>TIPO BIOLÓGICO</th> <th>IND. DE CUBRIMIENTO (n)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LBn : Leñoso bajo, con cubrimiento n</td> <td>1 : 1 - 5 %</td> </tr> <tr> <td>Hn : Herbáceas, con cubrimiento n</td> <td>2 : 5 - 10 %</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">n: índice de cubrimiento</td> <td>3 : 10 - 25 %</td> </tr> <tr> <td>4 : 25 - 50 %</td> </tr> <tr> <td>5 : 50 - 75 %</td> </tr> <tr> <td>6 : 75 - 90 %</td> </tr> <tr> <td>7 : 90 - 100 %</td> </tr> <tr> <th colspan="2">CODIGO ALTURAS</th> </tr> <tr> <th>TIPO BIOLÓGICO - ALTURA</th> <th>TIPO BIOLÓGICO - ALTURA</th> </tr> <tr> <td>i : 5 - 25 cm#</td> <td>@ : 25 - 50 cm.#</td> </tr> <tr> <td>< # 1 - 5 cm#</td> <td>A# 5 - 25 cm#</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B# 1 - 5 cm#</td> </tr> </tbody> </table>		CODIGO TIPO BIOLÓGICO - CUBRIMIENTO		TIPO BIOLÓGICO	IND. DE CUBRIMIENTO (n)	LBn : Leñoso bajo, con cubrimiento n	1 : 1 - 5 %	Hn : Herbáceas, con cubrimiento n	2 : 5 - 10 %	n: índice de cubrimiento	3 : 10 - 25 %	4 : 25 - 50 %	5 : 50 - 75 %	6 : 75 - 90 %	7 : 90 - 100 %	CODIGO ALTURAS		TIPO BIOLÓGICO - ALTURA	TIPO BIOLÓGICO - ALTURA	i : 5 - 25 cm#	@ : 25 - 50 cm.#	< # 1 - 5 cm#	A# 5 - 25 cm#		B# 1 - 5 cm#	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Especie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Tipo Leñoso Bajo</td> </tr> <tr> <td>Ft</td> <td>Frankenia triandra</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tipo Herbáceo</td> </tr> <tr> <td>cm</td> <td>Carex misera</td> </tr> <tr> <td>dc</td> <td>Deyeuxia curvula</td> </tr> <tr> <td>fd</td> <td>Festuca deserticola</td> </tr> <tr> <td>fn</td> <td>Festuca nardifolia</td> </tr> <tr> <td>oa</td> <td>Oxychloe andina</td> </tr> <tr> <td>pf</td> <td>Puccinellia frigida</td> </tr> <tr> <td>wi</td> <td>Werneria incisa</td> </tr> <tr> <td>za</td> <td>Zameioscirpus atacamensis</td> </tr> </tbody> </table>		Código	Especie	Tipo Leñoso Bajo		Ft	Frankenia triandra	Tipo Herbáceo		cm	Carex misera	dc	Deyeuxia curvula	fd	Festuca deserticola	fn	Festuca nardifolia	oa	Oxychloe andina	pf	Puccinellia frigida	wi	Werneria incisa	za	Zameioscirpus atacamensis
CODIGO TIPO BIOLÓGICO - CUBRIMIENTO																																																			
TIPO BIOLÓGICO	IND. DE CUBRIMIENTO (n)																																																		
LBn : Leñoso bajo, con cubrimiento n	1 : 1 - 5 %																																																		
Hn : Herbáceas, con cubrimiento n	2 : 5 - 10 %																																																		
n: índice de cubrimiento	3 : 10 - 25 %																																																		
	4 : 25 - 50 %																																																		
	5 : 50 - 75 %																																																		
	6 : 75 - 90 %																																																		
	7 : 90 - 100 %																																																		
CODIGO ALTURAS																																																			
TIPO BIOLÓGICO - ALTURA	TIPO BIOLÓGICO - ALTURA																																																		
i : 5 - 25 cm#	@ : 25 - 50 cm.#																																																		
< # 1 - 5 cm#	A# 5 - 25 cm#																																																		
	B# 1 - 5 cm#																																																		
Código	Especie																																																		
Tipo Leñoso Bajo																																																			
Ft	Frankenia triandra																																																		
Tipo Herbáceo																																																			
cm	Carex misera																																																		
dc	Deyeuxia curvula																																																		
fd	Festuca deserticola																																																		
fn	Festuca nardifolia																																																		
oa	Oxychloe andina																																																		
pf	Puccinellia frigida																																																		
wi	Werneria incisa																																																		
za	Zameioscirpus atacamensis																																																		
Código áreas desprovistas de vegetación																																																			
<table border="1"> <tr> <td>ZD: Suelo desnudo</td> <td>CA: Cuerpo de Agua</td> </tr> <tr> <td>SA: Sales en Superficie</td> <td></td> </tr> </table>		ZD: Suelo desnudo	CA: Cuerpo de Agua	SA: Sales en Superficie																																															
ZD: Suelo desnudo	CA: Cuerpo de Agua																																																		
SA: Sales en Superficie																																																			

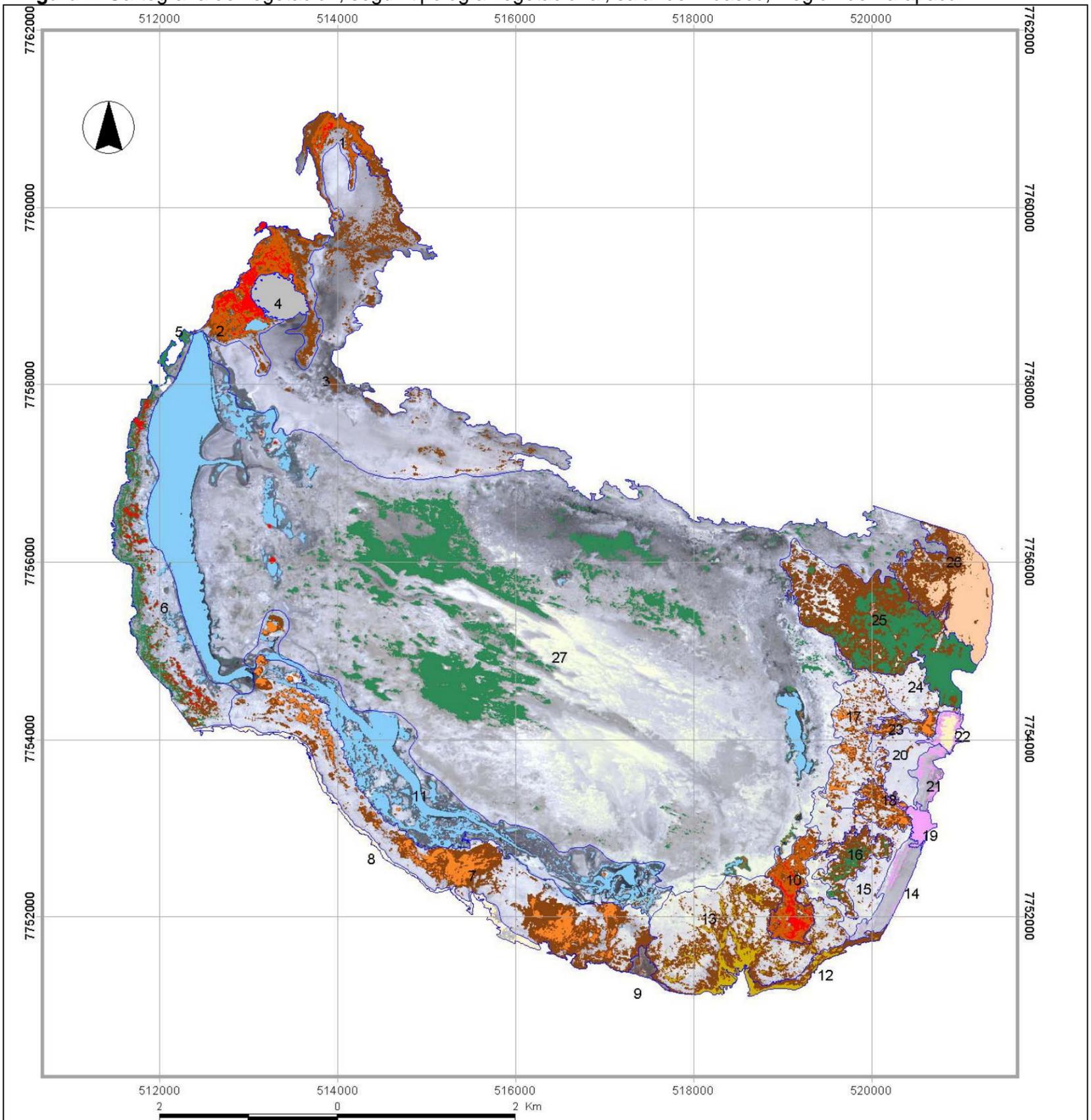
6.2 ANEXO FIGURAS

Figura 1: Zonificación ambiental y atributos vegetacionales del sistema vegetacional del salar del Huasco, Región de Tarapacá.



Formación Vegetacional	;) #	; *# A) #	< + #	@ (#) #		@* A+ #		@+ A* #		A) #		A* #		A+ #		A, #	A- #		A. #	I #	L #	V #	Superficie (ha)		
				fd	dc	fn / cm	fn / cm	fn / za	dc	wi	wi	cm	wi	dc	fd		dc	wi						wi	dc / cm
ZA																									
1													17,7			11,0				1,0		0,1	12,4	42,2	
2													26,6			30,7				14,6		2,4	24,7	99,0	
3												0,4	39,9									1,1	387,6	428,9	
4																				23,5				23,5	
5												2,4						1,5				0,2	3,4	7,5	
6					21,1							30,4							5,2			5,7	107,9	170,3	
7									38,8	35,8									54,6			2,0	161,3	292,4	
8	14,1																						8,9	23,0	
9										1,2													0,1	1,3	
10								21,3		10,9									6,2			0,3	5,7	44,4	
11									1,5										3,5			107,1	154,6	266,6	
12										9,7				6,7	0,0								1,9	18,3	
13										61,1				20,9								0,0	110,1	192,1	
14										2,9													25,1	28,0	
15					3,6																		63,3	66,9	
16					19,2												6,5		0,0				9,8	35,6	
17					18,0		6,4																54,2	78,6	
18					11,8		3,9																6,7	22,3	
19															8,6								0,9	9,4	
20					1,2																		31,4	32,6	
21										5,3													11,3	16,6	
22				5,1						4,6													1,8	11,5	
23					6,8		2,7																5,1	14,6	
24					2,0																		26,7	28,8	
25												71,8	81,5										22,8	176,1	
26		52,8											36,7										7,0	96,4	
27								1,2				260,6							0,6			199,5	2208,0	2670	
Superficie	14,1	52,8	5,1	62,6	21,1	12,9	22,4	40,2	118,6	12,7	365,2	118,5	84,2	27,7	8,6	41,7	6,5	1,5	58,1	12,0	15,6	23,5	318,4	3453,0	4897,1

Figura 2: Cartografía de vegetación, según tipología vegetacional, salar del Huasco, Región de Tarapacá.



LEYENDA TEMÁTICA

Tipologías Vegetacionales	
Áreas con Vegetación	
Bofedal	Llaretillar
Vega salina	Llaretillar - Pajonal salino
Pajonal salino	Pupusal
Pajonal salino - Bofedal	Áreas sin Vegetación
Pajonal salino - Vega salina	Cuerpo de agua
Pajonal salino - Pupusal	Sales
	Suelo desnudo

Descripción Vegetacional Salar del Huasco, Región de Tarapacá.

Carta de Vegetación, Tipologías Vegetacionales

Encargado Estudio: Luis Faúndez Yancas

Edición Cartográfica: Miguel Escobar Vera

Datos Geodésicos:
Datum: PSAD 56
Proyección: UTM
USO: 19 Sur
Imagen de Referencia: Imagen Quick Bird, Falso Color (432).

6.3 ANEXO FOTOGRAFÍAS

<p>Fotografía 1: Pajonal salino <i>Deyeuxia curvula</i> (Línea 1), ZA 25.</p>	<p>Fotografía 2: Vega salina <i>Carex misera</i> y <i>Werneria incisa</i> (Línea 2), ZA 25.</p>
	
<p>Fotografía 3: Pajonal salino <i>Festuca nardifolia</i> (ZA 7).</p>	<p>Fotografía 4: Pajona salino <i>Festuca deserticola</i> (ZA 1)</p>
	
<p>Fotografía 5: Pajonal salino <i>Festuca deserticola</i> (ZA 2)</p>	<p>Fotografía 6: Pajonal salino – Bofedal de <i>Festuca nardifolia</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> (ZA 7)</p>
	

<p>Fotografía 7: Pajonal salino – Bofedal (decrepito) <i>Festuca nardifolia</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> (ZA 7).</p>	<p>Fotografía 8: Pajonal salino – Bofedal, <i>Festuca nardifolia</i> / <i>Carex misera</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> (ZA 18).</p>
	
<p>Fotografía 9: Vega salina de <i>Carex misera</i> – <i>Werneria insisa</i> (ZA 25)</p>	<p>Fotografía 10: Vega salina <i>Carex misera</i> – <i>Werneria incisa</i> (ZA 6)</p>
	
<p>Fotografía 11: Vega salina de <i>Carex misera</i> – <i>Pratia repens</i> – <i>Puccinellia frigida</i> (ZA 5)</p>	<p>Fotografía 12: Llaretillar de <i>Frankenia triandra</i> (ZA 26)</p>
	

Fotografía 13: Bofedal de *Oxychloe andina*, canal de distribución de agua (ZA 10)



Fotografía 14: detalle *Festuca deserticola*

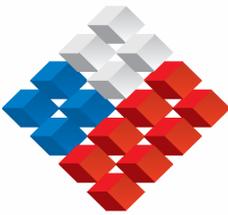


Fotografía 15: detalle *Carex misera*.



Fotografía 16: detalle *Werneria incisa*.





GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
SAG



Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.