

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO
CLORURO MAGNESIO (BISCHOFITA)**

**PROYECTO PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO
AMPLIACIÓN ANTEPUERTO E.P.A.**

CLIENTE



JULIO 2022

CONSULTOR : CARLOS BARBOZA INGENIERO CIVIL
FECHA: JULIO 2022
REVISIÓN: A

CONTENIDO

1.1	INTRODUCCIÓN	3
1.2	REQUERIMIENTOS DEL PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO	4
1.2.1	<i>SUB RASANTE, SUELO NATURAL COMPACTADO AL 95% DE LA D.M.C.S.</i>	4
1.2.2	<i>SUB BASE SUELO NATURAL COMPACTADO AL 98% DE LA D.M.C.S.</i>	5
1.2.3	<i>BASE ETABILIZADA CON SALMUERA DE BISCHOFITA</i>	5
1.3	REPLANTEO (20.000 M2)	5
1.4	ESCARIFICACION DEL TERRENO	6
1.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO	7
1.5.1	<i>Pavimento ESTABILIZADO QUIMICO</i>	7
1.5.2	<i>Material de Sub rasante y SUB BASE GRANULAR</i>	8
1.5.3	<i>Material de BASE GRANULAR ESTABILIZADA</i>	8
1.5.4	<i>Ensayes a Realizar para la reESTRUCTURACION DE LA CARPETA</i>	9
1.5.5	<i>Recepción del Sello de Sub rasante Y SUB BASE</i>	9
1.6	PREPARACION DE LA SALMUERA	9
1.6.1	<i>Dosificación</i>	10
1.6.2	<i>Disolución</i>	10
1.6.3	<i>Carga y Control</i>	10
1.6.4	<i>Aplicación</i>	10
1.7	MEZCLADO, COLOCACION, COMPACTACION Y TERMINACION	11
1.7.1	<i>TERMINACION SUPERFICIAL</i>	11
1.7.2	<i>EQUIPOS REQUERIDOS PARA COLOCACION DE CLORURO DE MAGNESIO</i>	12

1.1 INTRODUCCIÓN

Las presentes especificaciones técnicas, dan el marco técnico constructivo, que indica el estándar de la carpeta de pavimento estabilizado químico, el que se dispondrá para la Ampliación del Antepuerto de la Empresa Portuaria de Arica. La carpeta está diseñada para el tránsito de vehículos pesados, cargados principalmente con contenedores. No obstante, la carpeta corresponde a un área dispuesta para el parqueo de camiones y en ningún caso para el tránsito en velocidades mayores a 30 km/hr, por lo anterior, si bien el diseño del proyecto se basa en las indicaciones para vías secundarias, el uso del sector corresponde a estacionamientos.

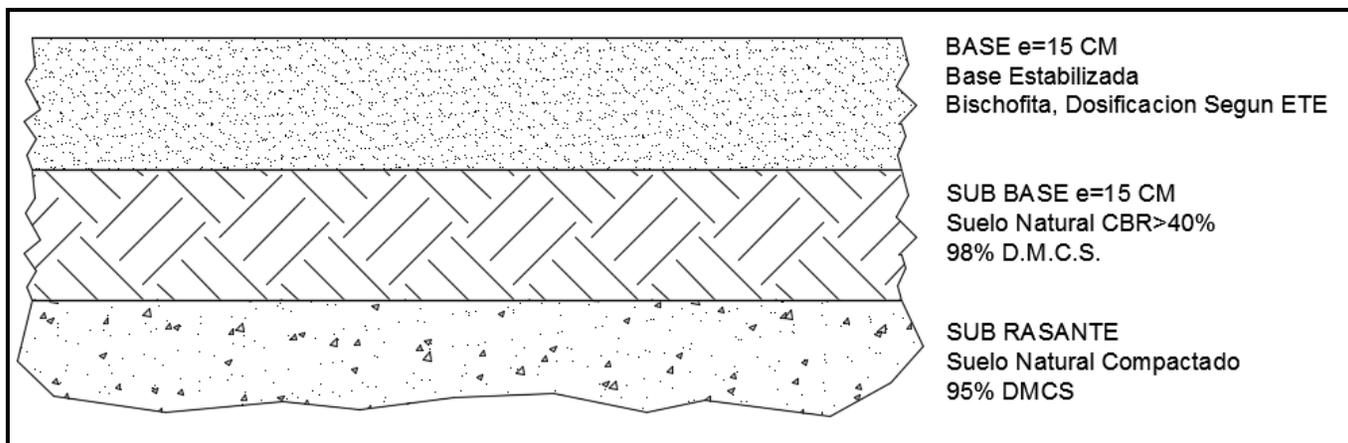
Las presentes especificaciones técnicas, están referidas a los siguientes antecedentes técnicos:

- MANUAL DE CARRETERAS VOL 3, INSTRUCCIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO. Dirección de Vialidad M.O.P., Edición 2016.
- INFORME DE MECANICA DE SUELOS ZONA DE RESPALDO, Año 2014 elaborado por Carlos Barboza Panire, Ingeniero Civil
- INFORME DE MECANICA DE SUELOS AMPLIACIÓN ANTEPUERTO, Año 2017 elaborado por Carlos Barboza Panire, Ingeniero Civil
- INFORME DE ENSAYO OFICIAL N°14.619-TC, Febrero 2017, Elaborado por Laboratorio Test Control.

1.2 REQUERIMIENTOS DEL PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO

El proyecto de pavimentación está definido de acuerdo al siguiente esquema:

Imagen N°1.- Disposición de la Carpeta de Pavimento de Bischofita



Para obtener el perfil del proyecto, se deberá escarificar el área de proyecto, hasta una cota de -0,30 NPT. El perfil de la carpeta se define de acuerdo a lo siguiente:

1.2.1 SUB RASANTE, SUELO NATURAL COMPACTADO AL 95% DE LA D.M.C.S.

La sub rasante, corresponde al sello de fundación de la carpeta. A la cota - 0.30 NPT, se deberá preparar la cota de la sub rasante, la cual deberá ser humectada con agua de amasado, perfilada y compactación mecánica, hasta alcanzar un 95% de la densidad máxima compactada seca, de acuerdo al ensayo de proctor (Ver Estudio de Mecánica de Suelos).

1.2.2 SUB BASE SUELO NATURAL COMPACTADO AL 98% DE LA D.M.C.S.

La Sub Base, corresponde a una carpeta de 15 cm de espesor, resultado de la escarificación del área del proyecto, en donde se retirara el suelo de sobre tamaño resultante. Para disponer la Sub Base, se deberá preparar cordones de suelo, los que deberán ser humectados con humedad óptima, para luego ser dispuesto en una capa de 15 cm, mediante procedimientos mecánicos (motoniveladora). La Sub Base, deberá ser compactada hasta lograr el 98% de la densidad máxima compactada seca, de acuerdo al ensaye de proctor. La compactación se realizara con medios mecánicos (Rodillo Compactador).

1.2.3 BASE ETABILIZADA CON SALMUERA DE BISCHOFITA

El suelo natural, producto de la escarificación inicial, será sometido a una estabilización química con Salmuera de Cloruro de Magnesio Hexahidratado (Bischofita). La dosificación de la salmuera corresponde a una dosis de 3% de Salmuera, respecto del peso seco del suelo; es decir 70 kg Cloruro de Magnesio por 1 m³ de suelo a estabilizar. La base será estabilizada con la salmuera, la cual será integrada al suelo mediante riego con medios mecánicos (Aljibe). Posterior al riego, el cordón será perfilado mecánicamente y compactado.

1.3 REPLANTEO (20.000 M2)

Previo a la iniciación de los trabajos, el Contratista deberá replantear el trazado del área a pavimentar y los puntos singulares de los proyectos de Topografía, de acuerdo a las cotas y coordenadas que se indiquen en los planos respectivos. Este replanteo deberá ser verificado por la ITO. Asimismo, durante

todo el período de ejecución de las obras y hasta la Recepción Provisoria de ellas, el Contratista deberá materializar y mantener la documentación que, a juicio de la ITO, sea necesaria para un adecuado control de la ejecución del proyecto.

La cota de proyecto, corresponde al nivel de piso terminado de la plataforma actual, la cual fue intervenida durante el año 2014 y mantenida a la fecha. Se respetara esta cota y las pendientes actuales.

1.4 ESCARIFICACION DEL TERRENO

El proyecto consiste en la reestructuración de una carpeta existente, la cual se encuentra compactada, sin ningún tipo de medio estabilizador, que permita una adecuada cohesión del suelo.

Para readecuar la carpeta, a las condiciones del diseño, se deberá proceder a escarificar la carpeta actual. Se deberán disponer camellones con el suelo escarificado hasta alcanzar una profundidad de 30 cm.

A la cota -0,30 m, se procederá a densificar el sello de suelo natural (Sub Rasante) hasta obtener un 95% de la DMCS, de acuerdo al ensayo proctor realizado al suelo natural.

El control de densidades, se efectuara de acuerdo a lo dispuesto en las presentes especificaciones técnicas.

Una vez recibido el sello por parte de la ITO, se procederá a cargar hasta la cota -0,15 m (NPT) con suelo natural, el cual deberá ser densificado hasta obtener un 98% de la DMCS, de acuerdo al ensayo proctor.

El control de densidades, se efectuara de acuerdo a lo dispuesto en las presentes especificaciones técnicas.

Una vez recibida la carpeta de sub base, por parte de la ITO, se procederá a humectar la carpeta final con Bischofita diluida y preparada de acuerdo a lo estipulado en las presentes especificaciones técnicas.

Con motoniveladora, se deberá homogeneizar el suelo y disponerlo hasta la cota 0,00 m (NPT) en un espesor de 150 mm.

La compactación deberá realizarse con rodillo de compactación y humectación mediante camiones aljibes de agua para amasado y para salmuera.

El traslado de excedentes deberá disponerse en botaderos autorizados, previa autorización de la ITO.

1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO

De acuerdo a los antecedentes técnicos, los resultados de las prospecciones, los ensayos de laboratorio, las recomendaciones del MC, se presentan a continuación los requisitos y exigencias técnicas para la conformación de la carpeta estructural para el pavimento.

1.5.1 PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO

Se refiere a las operaciones requeridas para la provisión, mezclado, colocación, perfiladura y compactación de carpeta de rodadura, considerando

agregar sal (cloruro de magnesio hexahidratado) en el agua hasta lograr una salmuera. La carpeta se constituirá de suelo natural en un espesor de 0.15 mt. Sobre una plataforma previamente preparada, conforme a los bombeos, peraltes y cotas originales de la carpeta antes de proceder a su escarificación.

1.5.2 MATERIAL DE SUB RASANTE Y SUB BASE GRANULAR

De acuerdo con el Informe de Mecánica de Suelos, el suelo natural posee las siguientes características:

- Clasificación: SP-SM-SW, Arenas Gravas bien o mal graduadas.
- CBR: CRR >40%
- D.M.C.S.: 1,85 gr/cm³
- Humedad Optima (Proctor): 7,5%
- IP: NP

El suelo puede ser utilizado como Sub Base Granular.

1.5.3 MATERIAL DE BASE GRANULAR ESTABILIZADA

Para mejorar los parámetros geotécnicos del suelo, se utiliza como medio estabilizador al suelo natural una emulsión de salmuera de Cloruro de Magnesio Hexahidratado.

1.5.4 ENSAYES A REALIZAR PARA LA REESTRUCTURACION DE LA CARPETA

Se realizará un ensayo (Sub Rasante y Sub Base) de densidad in situ cada 500m² de terraplén colocado y compactado. En la formación de las diferentes capas de rellenos no se aceptara bolones de ningún tamaño. El tamaño máximo de la banda granulométrica será 2”.

1.5.5 RECEPCIÓN DEL SELLO DE SUB RASANTE Y SUB BASE

Para la recepción del sello de fundación, la ITO procederá a verificar:

- La frecuencia de los controles de compactación será de una determinación de densidad de terreno por cada 500 m² de sub rasante. La densidad obtenida deberá ser >95% de la DMCS.
- La frecuencia de los controles de compactación será de una determinación de densidad de terreno por cada 500 m² de sub base. La densidad obtenida deberá ser >98% de la DMCS.
- Verificación de niveles y cotas de terreno, de acuerdo al levantamiento de la línea base y la topografía de control de avance de la obra.
- Tolerancia de terminación máxima de +0 y -10 mm, en puntos aislados, se acepta hasta un 5% menos de la cota de diseño.

1.6 PREPARACION DE LA SALMUERA

Se mezclara el material sólido con agua en estanque debidamente acondicionado para estos efectos, a fin de obtener una buena disolución de la sal, para conseguir una solución homogénea y saturada.

La concentración de diseño de la salmuera corresponde a 3% del peso seco del suelo granular.

La salmuera deberá prepararse de la siguiente manera:

1.6.1 DOSIFICACIÓN

Para el control de la dosificación se requiere instalar una cancha de preparación de la salmuera, para ello, se requiere inicialmente la instalación del buzón de descarga para dosificar la Bischofita por cada camión. En cuanto a la dosificación del agua se recomienda usar un Fluxómetro. La razón de disolución de la Bischofita es:

Dosis: 1.5Kg(Sal)/ 1Lt Agua.

1.6.2 DISOLUCIÓN

Se debe generar un sistema de recirculación del agua en la piscina de preparación mediante el uso de bombas o motobombas. Se debe en cada momento controlar la dosificación. Se recomienda utilizar un volumen similar a la capacidad del camión Aljibe a utilizar, para la piscina de preparación.

1.6.3 CARGA Y CONTROL

Se debe generar un sistema de recirculación del agua en la piscina de preparación mediante el uso de bombas o motobombas. Se debe en cada momento controlar la dosificación.

1.6.4 APLICACIÓN

Se procederá a aplicar la salmuera en los cordones de suelo preparado para

humectar, a razón de 3 kg /m², o bien 1.17 Lt/m² de salmuera. La velocidad del camión aplicador, corresponderá a $v < 25$ km/hr.

De acuerdo a lo anterior, para verificación de la concentración de Cloruro de Magnesio Hexahidratado, se realizara un ensaye de %SST, cuyo resultado debe arrojar una concentración de sales > a 4%.

1.7 MEZCLADO, COLOCACION, COMPACTACION Y TERMINACION

El material debe ser acordonado y mezclado en la cantidad necesaria para obtener el espesor y ancho requerido. La operación de mezclado debe repetirse las veces que sean necesarios para obtener la correcta homogeneización. La humedad óptima de compactación se obtendrá mediante la aplicación de riegos de salmuera hasta completar la dosis de sales calculada (Humedad Optima 7,5%). En caso que la dosis de sales haya sido aplicada en su totalidad y no se hubiese alcanzado la humedad óptima de compactación, se deberá agregar solo agua hasta obtener dicha humedad. A continuación el material será distribuido uniformemente, para luego ser compactado. La compactación del material de recebo deberá alcanzar en todo su espesor.

1.7.1 TERMINACION SUPERFICIAL

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la carpeta de rodado, su superficie deberá presentar un aspecto uniforme, textura suave y sin nidos de material grueso. Si se detectaran áreas con espesor inferior al especificado, se deberá escarificar el espesor total, para enseguida agregar material, regar, compactar y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido en

el párrafo anterior.

La carpeta de rodado terminada deberá tener el bombeo y peraltes de acuerdo al levantamiento de la línea base. El control de espesor se efectuará topográficamente, razón por la cual previo a la ejecución de las obras, el contratista deberá elaborar y aprobar por la ITO los perfiles de terreno respectivo, antecedente que una vez ejecutada la faena permitirá controlar los espesores.

Al término de los trabajos de colocación y compactación de la carpeta, el contratista efectuará nuevas nivelaciones, presentando los planos y planillas de cubicaciones correspondientes, que acrediten los volúmenes contratados, lo anterior en base a las mismas indicaciones contenidas en sección 5.209 del MC V5. Como los trabajos se realizarán con el camino en servicio, antes de iniciarlos deberán adoptarse las medidas que se señalan en la sección 7.205, Seguridad durante los trabajos del MC V7 y según lo indicado en el anexo 2 “Consideraciones ambientales de transporte y almacenamiento”, de las presentes especificaciones.

1.7.2 EQUIPOS REQUERIDOS PARA COLOCACION DE CLORURO DE MAGNESIO

La maquinaria a usar, es la comúnmente empleada en las faenas viales, es decir, camiones tolvas y aljibes, motoniveladoras, rodillos lisos o neumáticos. Los cuales deben estar en óptimas condiciones mecánicas, además de estar dimensionados para los trabajos a realizar, para obtener rendimiento y calidad satisfactoria como resultado.

Para la correcta ejecución de los trabajos, el control periódico de los equipos claves evitara futuros problemas de terminación, calidad de los trabajos y cumplimiento de los plazos

A) EQUIPO COMPACTADOR

Para el buen sellado de la superficie y compactación es altamente recomendable el empleo de rodillo neumático, con la salvedad que no debe ser pasado por el eje, sino siempre a ambos lados de él, para dejar claramente marcado el perfil transversal con el respectivo bombeo, de lo contrario se producen deterioros por la acumulación de agua en el centro de la calzada (la otra opción es dejar una pendiente transversal única).

B) ALJIBE

Este equipo puede ser de remolque o autopropulsado, debiendo ser su capacidad acorde a los trabajos y volúmenes del proyecto. Se debe tener precaución en que estos equipos no tengan pérdida de agua y los surtidores entreguen una forma pareja y controlada del agua ya sea en forma gravitacional o forzada. Los trabajos asignados se centran en riego del cordón para amasado para lograr la humedad de compactación y riegos de sello de la superficie.

C) MOTONIVELADORA

Este equipo tendrá un uso múltiple en operaciones de construcción como escarificado, acordonar, revolver (si fuese necesario) extender el material y re perfilar.

Por tal motivo es la maquinaria en la que se debe poner un mayor énfasis en

su elección. Esta debe ser autopropulsada, con tornamesa ajustable y pala angulable además para algunos tipos de trabajo de mantención o reparación de caminos este equipo debe estar provisto de escarificadores en lo posible provista de sensor de pendiente longitudinal y transversal con control hidráulico sobre la hoja o pala. La hoja o pala debe estar derecha y en buenas condiciones sin juego.

D) EQUIPO PROPUESTO PARA LA INCORPORACION DE SAL EN FORMA DE SALMUERA

El Laboratorio Nacional de Vialidad propone contar con un equipo para la disolución mecánica de las sales en general. El equipo propuesto consiste en un estanque con fondo piramidal o cónico, en cuyo orificio inferior se hace recircular agua extraída del centro del estanque para producir una alta agitación. De esta forma se logra una mayor disolución y por ende se aplica una salmuera más concentrada (ventajoso cuando el cordón ya tiene humedad y la cantidad de salmuera máxima a aplicar es limitada). Con esto es posible colocar menor cantidad de sal. La ventaja adicional es que al aplicar menos sal, se disminuye los eventuales riesgos de escurrimiento de sales que pueden afectar el ambiente. El contratista podrá proponer otro medio para realizar la mezcla de salmuera, la cual en todos los casos debe tener incorporada una bomba para recirculación del agua, con el objeto de mejorar la disolución y garantizar el correcto mesclado de la salmuera.

E) DOSIFICACION SALMUERA, CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA)

Para un correcto amasado de la emulsión salina, cloruro de magnesio (sal de Bischofita), se recomienda las siguientes concentraciones:

ESTABILIZACION QUIMICA, AMASADO	CONCENTRACION		
	LT/M2	M2/LT	M2/GAL
Estabilizado liviano 6" profundidad	1.17	0.86	3.25
Estabilizado medio 6" profundidad	1.63	0.61	2.32

Índice de Plasticidad (IP)	Dosis (Kg/m3)
0	65-70
IP < 6	55-65

CARLOS BARBOZA PANIRE
INGENIERO CIVIL