

OBRAS PÚBLICAS

ÓRGANO DE DIFUSIÓN DE LOS PROFESIONALES DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

**PUENTE CHACAO: AVANCES
CONSTRUCTIVOS**

**ESTABILIDAD SISMICA DE
ZANJAS RELLENAS CON LODO
BENTONÍTICO**





**OTCE
CAPACITACIÓN
SPA**



CAPACITACIONES EN 3 MODALIDADES

- **PRESENCIAL**
- **E-LEARNING**

(Aula Virtual + Clases Streaming)

- **BI-LEARNING**
(Presencial + E-Learning)

📍 Av. Providencia 727 of. 302
✉ contacto@otce.cl
☎ +569 7986 4134

🌐 www.otce.cl
www.otce.cl/aulavirtual



EDITORIAL

Año 2021, ante el MOP grandes desafíos llaman al portal de Morandé 59. Y no podía ser otra materia: El agua, este elemento tan necesario no solo en el consumo diario de cada ser humano, sino que imprescindible para la vida del planeta Tierra en toda su gama de vida. Esto se conjuga de una manera bien especial con el panorama global de Pandemia y otros acontecimientos que acompañan a esta difícil etapa.

Pero no sólo es la escasez hídrica que nos tiene imbuidos en temas relacionados con este vital elemento. Son también las grandes obras del MOP que se entrecruzan con los grandes desafíos: el Puente El Chacao, la obra más grande de las últimas décadas en Chile.

Como es de nuestro conocimiento, el Puente Chacao, estimado para el 2025, será una estructura colgante con una longitud de 2.750 metros, que unirá el continente con la isla sobre el Canal de Chacao, específicamente desde el sector de Punta Coronel hasta Punta Gallán. Actualmente, el tiempo para cruzar a la isla son aproximadamente 20 minutos por medio de un transbordador, el cual está sujeto a posibles tiempos de espera debido a factores climáticos. El puente reducirá el trayecto a solo 3 minutos independientemente de factores externos. Estas son las obras que ponen a nuestro Ministerio como la autoridad técnica y de ingeniería más importante de nuestro país.

La Pandemia no ha detenido las obras programadas por el MOP. Los equipos de conservación siguen operando sus maquinarias, ejecutando en condiciones extremas de emergencias, los trabajos de ayuda a la comunidad, como fueron los aluviones producidos por las últimas lluvias en el Cajón del Maipo y Farellones.

En el caso de la Seguridad Vial en zonas de obras, donde la Dirección de Vialidad ha tenido una especial atención por este tema. La seguridad de sus trabajadores es al mismo tiempo, el cuidado por el usuario nuestro, por un desplazamiento seguro en las vías que se encuentran en reparación o estado de conservación. El uso de los elementos de seguridad personales está en primera línea, respetando las medidas sanitarias impuestas por el Minsal en tiempos de Pandemia. El respeto por la señalética durante la realización de obras de conservación es fundamental.

Un avance del 90% presentan las obras de la nueva Plaza de Pesaje y ampliación del área de estacionamientos de camiones en la Ruta 5 Sur, a la altura del sector Los Lagartos en la comuna de Mostazal. Este proyecto permitirá detectar oportuna y eficientemente aquellos vehículos en circulación con sobrepeso, una vez sea puesta en servicio. Los trabajos son parte de las obras de ampliación de terceras pistas en la Ruta 5, entre los kilómetros 58 y 70.

Nelly Salas Vargas
Directora

ÍNDICE

PUENTE CHACAO: AVANCES CONSTRUCTIVOS.....	6
PCI MECANIZADO PARA PAVIMENTOS DE AEROPUERTOS.....	12
ESTABILIDAD SÍSMICA DE ZANJAS RELLENAS CON LODO BENTONÍTICO (ZRL).....	20
SEGURIDAD VIAL EN ZONAS DE OBRAS.	24
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO EN AEROPUERTO CARRIEL SUR DE CONCEPCIÓN.....	30
NUEVA INFRAESTRUCTURA Y REMODELACIÓN EN PLAZA DE PESAJE	34

CRÉDITOS

DIRECTORA
Nelly Salas Vargas
Ingeniero Ejecución
Jefa Subdpto. Publicidad Caminera
Dirección Nacional de Vialidad

SUBDIRECTOR
Luis Muñoz Flores.
Constructor Civil
Jefe del Dpto. de Conservación y Administración
Directa – Dirección de Vialidad

COMITÉ EDITORIAL
Herman Augusto Torres
Ingeniero Civil
Coordinador Nacional de Proyectos de Riego
Dirección de Obras Hidráulicas.

Claudio González Espinoza
Ingeniero Civil
Dpto.de Seguridad Vial -Vialidad Nacional

David Cortés Cortés
Constructor Civil
Jefe (S) Dpto. Puentes - Dirección Nacional de Vialidad

Alberto Calatroni Vásquez
Geógrafo
Unidad de Gestión Ambiental y Territorial

Mauricio Ortiz Orden
Ingeniero Civil
Jefe Dpto. de Ingeniería
Dirección de Aeropuertos

PRODUCCIÓN Y EDICIÓN:
EDIPUBLI SPA.
Teléfono. 26640565
administracion@revistaobraspublicas.cl
Santiago - Chile
www.revistaobraspublicas.cl

Los artículos contenidos en esta revista pueden ser reproducidos, haciendo mención de la fuente y fecha de publicación. Los artículos son de exclusiva responsabilidad de quienes los escribe, y no comprometen la opinión técnica o de otra índole de las autoridades del Ministerio de Obras Públicas, ni tampoco a la Dirección y Consejo Directivo de la Revista Obras Públicas.

Nº 55 Marzo – Abril - Mayo 2021

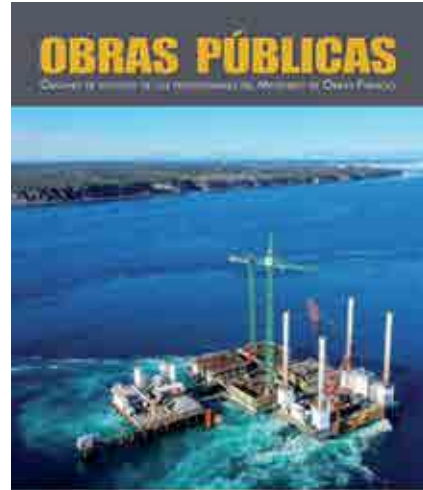


Foto Portada:
Inspección Fiscal Contrato Puente Chacao

EPSON®
EXCEED YOUR VISION

NUEVA SURECOLOR® S60600L LA VÍA MÁS PRODUCTIVA A LA SEÑALIZACIÓN



SureColor® S60600L
64 pulgadas

- Impresión sobre vinilos reflectivos, mate o brillantes, tela PVC, entre otros.
- Máxima calidad, rapidez y rendimiento en impresión ecosolvente gracias al doble cabezal PrecisionCore®.
- Nuevo sistema de bolsas de tinta reemplazables de alto rendimiento (1.5 litros).

Servicio técnico en todo Chile. La Concepción 322 Piso 3, Providencia - Santiago / **Tel.:** (+56) 22 484 3400 / **Email:** ventaslfp@epson.cl

www.epson.cl



epsonlatinoamerica



epsonlatinoamerica



@epsonlatin



@epsonlatinoamerica

ACTUAL SEÑALÉTICA PRESENTA NUEVOS DESAFÍOS PARA LA INDUSTRIA DE IMPRESIÓN



Tintas de resina y ecosolventes, propias de la marca, aseguran la mejor calidad, resistencia y legibilidad para los carteles de tránsito elaborados sobre soportes reflectivos, vinilos adhesivos y otros materiales.

A partir de marzo del 2021 comenzaron a entrar en vigencia 16 nuevas señales de tránsito en Chile, destinadas a mejorar la convivencia vial entre automovilistas, usuarios de ciclos (vehículos no motorizados o eléctricos de una o más ruedas) y peatones.

La señalética es parte de lo definido en la nueva normativa creada por las autoridades, que engloba a todos aquellos medios de transporte pequeños que viajen a una velocidad inferior a 25 km/h.

Lo anterior supondrá una permanente fabricación de cartelera vial que tendrá que cumplir con un alto estándar de legibilidad, reflectividad y durabilidad, a objeto de satisfacer las expectativas de seguridad para las que ha sido diseñada. Por lo tanto, un factor crítico en esta producción será la tinta de impresión que no solo deberá aportar calidad, sino también mantener las propiedades en el tiempo y responder a las certificaciones internacionales de seguridad y sustentabilidad.

En este sentido, Epson, referente en impresión fotográfica e imagen, ofrece equipos con tintas de resina UltraChrome® RS y ecosolventes para cumplir al 100% con los requerimientos que exige la

impresión de este tipo de señaléticas. Por un lado, las primeras permiten trabajar sobre un espectro más amplio de materiales, incluso cartulinas, papeles y otros soportes hechos en base a celulosa. Brindan además impresiones resistentes a los rayones, borrones y agua, siendo además de secado instantáneo, listas para una laminación inmediata y a un menor costo por mililitro. Por otro lado, las ecosolventes interactúan directamente con las fibras del sustrato, asimilando mucho de sus atributos. De esta manera, al ser impresas en soportes brillantes, logran, por ejemplo, un aspecto vivo y satinado.

Además, ambas alternativas cuentan con certificación ambiental Greenguard Gold y AgBB, una condición que se alinea con la estrategia global de la compañía japonesa, que ha puesto a la sustentabilidad al centro de su modelo de desarrollo, creando soluciones que contribuyen a la sociedad con tecnología amigable con el medio ambiente.

Tanto la tinta de resina como las ecosolventes son ideales para la impresión versátil y duradera de señalética vial, pues aportan colores vibrantes que no se decoloran bajo el sol por un periodo mínimo de tres años, incluso sobre soportes transparentes y reflectivos, ampliamente utilizados en este tipo de carteles.

“La señalética se puede imprimir con cualquier otra tinta, pero si el soporte es reflectivo y la tinta no se adhiere bien al material, se pierde esa propiedad. Las tintas de Epson se incorporan perfectamente a materiales reflectantes manteniendo las propiedades de este material, de tal manera que cumplen con el principio fundamental de la señalización urbana”, explica Benjamín Gatica, gerente de Canales Impresión Gran Formato Epson Chile y Bolivia.

De esta manera, la línea de signage de las impresoras SureColor de Epson, permiten elaborar productos de comunicación visual y signage durables, resistentes y de gran calidad cromática. Además, al ser equipos altamente productivos que, dependiendo del modelo, utilizan sistema de cartuchos o bolsas de gran capacidad, no es necesario un cambio frecuente de tintas, lo que asegura mayor tiempo de operación sin supervisión directa.

Como valor agregado, Gatica asegura que “Epson presenta una solución completa al fabricar cada uno de los componentes e insumos de sus equipamientos, elemento que también genera un diferencial a la hora de asegurar la cadena de suministro”, concluye el ejecutivo.

Para más información escríbenos a ventaslpf@epson.cl

Acerca de Epson

Epson es líder mundial en tecnología dedicada a convertirse en una empresa indispensable para la sociedad conectando a personas, cosas e información con sus tecnologías eficientes, compactas y de alta precisión. La empresa tiene como objetivo impulsar las innovaciones y exceder las expectativas de los clientes en el ámbito de la impresión de inyección de tinta, comunicaciones visuales, dispositivos móviles y robótica.

Epson se enorgullece de sus contribuciones para lograr una sociedad sustentable y de sus constantes esfuerzos para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Liderada por Seiko Epson Corporation con sede en Japón, el Grupo Epson genera, a nivel mundial, ventas anuales con un valor superior a JPY 1 trillon. global.epson.com/



PUENTE CHACAO: AVANCES CONSTRUCTIVOS

Por: **Marcelo Márquez Marambio**
Jefe de Puentes Dirección de Vialidad M.O.P

Las actividades de construcción del Puente Chacao se concentran en tres frentes de trabajo: Sector Norte (Parga), Sector Pila Central (Roca Remolinos) y Sector Sur (Chiloé).

SECTOR NORTE

1. Maestranza y Patio de Acopio

En este sector se ubica el área de trabajo y maestranza para actividades de preparación de las armaduras de refuerzo para los distintos frentes de trabajo del contrato: Sector Norte, Central y Sur (ver figura1), considerando el acopio y almacenamiento de las armaduras, el cortado e hilado de las barras según sea requerido en los frentes de trabajo, principalmente de barras de diámetro $\phi=40$ mm y $\phi=57$ mm, además del doblado propiamente tal.

En otras palabras, en este sector se confeccionan las armaduras de refuerzo que serán utilizadas para el Macizo de Anclaje Norte, el Encepado de Pila Norte, el Encepado de Pila Central y el Encepado

de Pila Sur, considerando que son las Etapas actualmente activas en el contrato y en proceso de ejecución, teniendo en consideración que las actividades de pilotaje se encuentran finalizadas para casi el total de estructuras proyectadas que conforman el Puente Colgante.

Faltando sólo 12 Pilotes, que corresponden al Estribo Norte del puente, cuyo inicio fue programado para finales del año 2023, según el último Programa Oficial de Trabajo versión 10C.

2. Macizo de Anclaje Norte

Se informa sobre el término de la excavación del Macizo de Anclaje Norte, actualmente con actividades de hormigonado de emplastados en el fondo del elemento y en las paredes de la excavación, además de la colocación de armadura

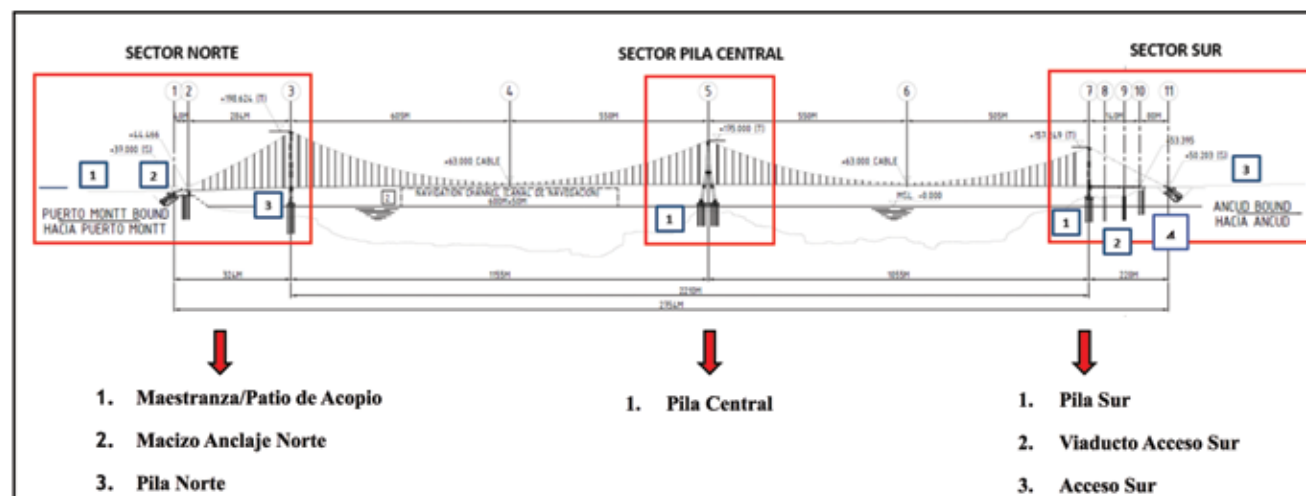


Fig. 1 – Sectores y Frentes de Trabajo Contrato Puente Chacao



Cbb RESPONDIENDO A LOS GRANDES DESAFÍOS CONSTRUCTIVOS

Con Cbb hemos estado en los proyectos más importantes de la región, aportando en el crecimiento del país con soluciones innovadoras de alta tecnología, máxima calidad en cementos y hormigones especiales formulados para cada proyecto.

Con la gama de **Productos Especiales de Cbb ReadyMix** estamos comprometidos con tu proyecto.
Entra a cbb.cl y conoce toda nuestra línea de productos.

ColorCret **MaxiCret+** **PaviCret** **LightCret** **FillCret**
NivelaCret **FluiCret** **ProduCret** **PermeaCret** **FibraCret**

Contacta a tu ejecutivo comercial llamando al **800 720 720**



Síguenos en @grupo_cbb



800 720 720 cbb.cl

de refuerzo de calidad A63-42H ($f_y=420$ MPa): de piel, barras horizontales y verticales, destacando el hormigonado de la primera capa del elemento, con fecha 25.03.2021, correspondiente a casi 1.036 m³ de volumen suministrado. A la fecha el elemento tiene un 1 % de avance físico real.

3. Pila Norte

Considerando que las actividades de Pilotaje concluyeron a finales del año 2020 (18 Pilotes en total), se destacan a la fecha sólo las actividades asociadas a la Construcción del Encepado de la Pila, conformados por los cuadrantes Oeste (Poniente) y Este (Oriente), de los cuales se informa un 19,05 % de avance físico real, considerando que en ambos cuadrantes se han hormigonado 2 capas de un total de 7 proyectadas, correspondientes a casi 1.070 m³ suministrados de un total de 5.700 m³.

Al respecto, se informa que continúan las actividades de colocación de armadura de refuerzo para los cuadrantes señalados anteriormente.

SECTOR CENTRAL

1. Pila Central

Continúan los trabajos de colocación de armadura de refuerzo para los cuadrantes noroeste (NO), noreste (NE), suroeste (SO) y sureste (SE) del Encepado de Pila Central, y de los cuales a la fecha se han hormigonado un total de:

- Cuadrante Noroeste – NO: 5 de 7 capas hormigonadas (34 capas de armadura).
- Cuadrante Noreste – NE: 3 de 7 capas hormigonadas (18 capas de armadura).
- Cuadrante Suroeste – SO: 2 de 7 capas hormigonadas (14 capas de armadura).
- Cuadrante Sureste – SE: 5 de 7 capas hormigonadas (34 capas de armadura).

Se estima un 52 % de avance físico real del elemento.



SECTOR SUR

1. Pila Sur

Con fecha 16.01.2021, se dan por terminadas las actividades de pilotaje de los 18 Pilotes proyectados para la Pila en cuestión, y se informa sobre el inicio de las actividades asociadas a la construcción del Encepado de Pila Sur, considerando el hormigonado del emplastillado para toda la superficie del elemento, además de la colocación de moldajes laterales y de la 1era y 2da capa armadura de refuerzo horizontal para los cuadrantes Oeste (Oriente) y Este (Poniente). Al respecto se estima un 0,2 % de avance físico real.

2. Viaducto Acceso Sur

Con fecha 09.10.2021 se dan por terminadas las actividades de pilotaje de los 8 pilotes proyectados para las cepas de Eje 8-8 y 9-9 del viaducto en cuestión, registrando un total de casi 610 m³ de hormigón suministrado.



Con fecha 22.02.2021 se dan por terminadas las actividades de pilotaje de los 6 pilotes proyectados para el Estribo Sur, registrando un total de casi 1.460 m³ de hormigón suministrado.

3. Acceso Sur

A la fecha se informa brevemente sobre la construcción de los atravesos N° 1, n° 2 y N° 3, correspondientes a las obras de arte que fueron proyectadas bajo el terraplén del acceso sur en cuestión, registrando un avance físico de un 70 % según lo informado por CPC.

4. Macizo Anclaje Sur

Con fecha 23.03.2021, se dan por iniciados los trabajos de escarpe y excavación de la primera etapa del Macizo Anclaje Sur, los cuales cuentan con la presencia permanente de un Arqueólogo según se detalla en los Procedimientos de Construcción de la actividad señalada.

Innovación en la Construcción del Puente Chacao: La durabilidad de una estructura con vida útil de 100 años.

Por: Ing. Marcos Leonardo Barrera del Valle
Ingeniero Hormigón
AIF para el proyecto Diseño y Construcción del Puente Chacao

La construcción del puente colgante sobre el Canal de Chacao, es la obra en ejecución más grande de Chile y sin duda un proyecto icónico de la región. Este megaproyecto, además de todas las complejidades técnicas que implican el diseño y construcción de un puente colgante de gran longitud, tiene como requerimiento garantizar una durabilidad y vida útil de 100 años, lo cual es habitual para proyectos de esta envergadura en el mundo, pero algo totalmente novedoso en nuestro país, por lo que cumplir con este requisito se transformó en un desafío para la Ingeniería chilena.



Durabilidad: Una nueva metodología

Es de conocimiento general las precauciones que se deben seguir en la fabricación de estructuras de concreto que estén expuestos a ambientes de carácter agresivo, siendo esto un factor que impacta directamente en la durabilidad de los diferentes elementos. Para el caso del Puente Chacao, la exposición al ambiente marítimo es uno de sus principales problemas, dada la elevada concentración de cloruros que presenta el agua de mar, lo cual genera efectos como la cristalización de las sales dentro de los poros del hormigón,

produciendo rupturas por las presión de los cristales de sal. Para contemplar este aspecto dentro del diseño del proyecto, se empleó el método comprendido en el Boletín 34 de la Federación Internacional del Hormigón, que corresponde al estado del arte a nivel internacional. Este método consiste en realizar un análisis probabilístico de la migración de cloruros en el hormigón en función del factor de exposición del mismo, recubrimiento de la armadura y su composición física y química. Como resultado, esta metodología proporciona lo siguiente:

- Requisitos de recubrimiento mínimo de la armadura para cada subestructura del puente (entre 50 y 100 mm).
- Limitaciones en la composición del cemento y del hormigón. Valor máximo del coeficiente de migración de cloruros del hormigón, dependiendo de la subestructura (entre 4.0 y 6.0 x 10⁻¹² m²/s, de acuerdo al ensayo NTBuild 492).



Fotografía: Probetas ensayadas para medición del coeficiente de migración de cloruros por NTBuild492. En gris claro se observa el frente de penetración de cloruros en el hormigón.

La medición del coeficiente de migración de cloruros requirió la implementación de un ensayo específico en terreno, del cual sólo existía experiencia a nivel de investigación en las universidades chilenas. La ventaja de esta metodología es justamente la facilidad del control de calidad de la durabilidad del hormigón, ya que utiliza un valor directo que es posible determinar en terreno, mediante la aplicación del ensayo NTBuild 492. Por lo anterior, se instaló un laboratorio en terreno, con la capacidad de realizar ensayos periódicos al hormigón para este parámetro de durabilidad, de manera similar a cómo se controla la resistencia del mismo.

Laboratorio de R&Q: Implementación del ensayo de durabilidad

Para llevar a cabo el control de la durabilidad en terreno, se habilitaron instalaciones que tuvieran condiciones de climatización controladas, junto con la adquisición del equipamiento completo para realizar el ensayo NTBuild 492.



Fotografía: Probetas montadas en equipo para Migración de Cloruros.

Una vez montada las instalaciones , se capacitó al personal de laboratorio, para que contaran con la experiencia necesaria para este tipo de ensayos. Por otra parte y con la intención de verificar la validez de los resultados, se realizaron pruebas con comprobaciones, a través de ensayos interlaboratorio, en los cuales participaron los laboratorios del Consorcio Puente Chacao-CPC, de la Asesoría a la Inspección Fiscal (Consorcio R&Q COWI – AIF), el Laboratorio Nacional de Vialidad (LNV), Pelcon, (un laboratorio especializado en hormigones ubicado en Copenhague, Dinamarca) y TetraTech, (laboratorio especializado de Calgary, Canadá). Como resultado de esta experiencia, se pudo determinar que todos los laboratorios cumplieron con la variabilidad esperada para este ensayo: de un 6%, siendo un máximo aceptable del orden del 20%.

Conclusión

La Asesoría a la Inspección Fiscal para el proyecto de Diseño y construcción del Puente Chacao, ha implementado satisfactoriamente un laboratorio en terreno para poder realizar el ensayo de determinación del Coeficiente de Migración de Cloruros, según la norma NTBuild492. Esto permite realizar el control de Calidad de obra de manera directa, para verificar el cumplimiento del diseño del puente, y así obtener la durabilidad esperada de 100 años de la estructura.

Todo este trabajo permitirá obtener experiencia a nivel nacional en la implementación de este tipo de ensayo para proyectos futuros, que podrían incluir también una especificación de vida de servicio por durabilidad, mediante el modelo del Boletín 34 del FIB.

PCI MECANIZADO PARA PAVIMENTOS DE AEROPUERTOS

Por: **Mauricio Ortiz O.**
Ingeniero Civil, Dirección de Aeropuertos

Los pavimentos aeroportuarios son estructuras destinadas a soportar las cargas aportadas por las aeronaves que los utilizan durante sus operaciones de despegue y aterrizaje.

PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS

Los pavimentos aeroportuarios son estructuras destinadas a soportar las cargas aportadas por las aeronaves que los utilizan durante sus operaciones de despegue y aterrizaje. Estas estructuras son originalmente diseñadas para atender un determinado número de operaciones, las cuales se estiman se realizarán en un periodo de tiempo específico, el que por lo general es de 20 años.

Al respecto, en la red principal de aeropuertos nacionales, aquella que incluye a los principales aeropuertos regionales y que sirve a las operaciones de transporte comercial de pasajeros, se ha privilegiado la construcción de estructuras de pavimentos rígidos de hormigón y pavimentos flexibles con carpeta de rodado de mezcla asfáltica.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Cualquiera haya sido la mejor solución encontrada para la estructuración de un pavimento aeroportuario, en el transcurso de su vida útil debe ser periódicamente inspeccionado de tal forma llevar un registro del estado de conservación del mismo y de los deterioros que aparecen y como estos van mermando su capacidad de continuar soportando las cargas que le son transmitidas por concepto de uso.

En este sentido, el análisis es similar al realizado a los pavimentos viales urbanos o interurbanos, con la diferencia de que por ley de la república, en Chile el peso bruto total de un camión puede llegar como máximo a 45(T), mientras que un avión de transporte de carga internacional de que los

que actualmente operan en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago, tal como podría ser el Boeing 777, puede pesar en condición full carga y combustible, más de 350(T), sin ser siquiera la aeronave de mayor envergadura que existe en el mercado.

Las diferencias de cargas aplicadas entre pavimentos viales y aeroportuarios pudieran resultar evidentes, sin embargo existe otra diferencia fundamental entre el funcionamiento entre estos tipos de estructuras, la cual dice relación con el estado de conservación de estos.

Si bien en estructuras de pavimentos viales existe un nivel de tolerancia mayor por parte de autoridades y usuarios a tener deterioros como grietas, baches (hoyos), parches en mal estado, etc., en el caso de los pavimentos aeroportuarios esto no es admisible desde ningún punto de vista, siendo la autoridad aeroportuaria estricta en este sentido, dado que un pavimento en mal estado o simplemente contaminado con objetos o elementos extraños (FOD por su sigla en inglés) puede ser causante de desastres que cuesten muchas vidas.

Por lo indicado antes, la inspección periódica de los pavimentos aeroportuarios es una actividad técnica de alta importancia para el mantenimiento de los mismos y seguridad de las operaciones, en virtud a que ella nos permite verificar la existencia de futuros deterioros y tomar las medidas de conservación necesarias a tiempo, a modo de evitar accidentes o incidentes.

Estas inspecciones periódicas han sido normalizadas y existe consenso internacional en la aplicación del método para determinación del índice de condición del pavimento PCI (por su sigla en inglés), en virtud a que es de relativamente simple aplicación y ofrece una orientación estandarizada de clasificación de deterioros.

PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

El método PCI fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 por el Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, quedando definido a la fecha según lo indicado en la norma ASTM D 5340.

En la práctica el índice PCI corresponde al cálculo de un valor adimensional en una escala de 0 a 100, el cual se obtiene por medio de la recopilación

visual inventariada de datos de terreno asociados a la cantidad, tipo y severidad de una serie de deterioros que han sido listados por el método y que pueden ser encontrados en el área que está sujeta a inspección.

En la mencionada escala el valor 0 corresponde a la situación o estado de conservación de un pavimento en falla, mientras que de modo inverso el valor 100 corresponde al estado de un pavimento nuevo o en excelente estado de conservación, pasando por diferentes categorías.

Previo a levantar la información de los deterioros, el profesional revisor debe definir áreas, denominadas "Unidades de Muestra" (UM), que son finalmente las áreas que son evaluadas e inventariadas según la cantidad de deterioros encontrados en ellas.

Existen condiciones de extensión para definir estas UM, las cuales para el caso de los pavimentos de asfalto deben ser de $450m^2 \pm 180 m^2$, mientras que para los pavimentos de hormigón deberán estar constituidas por 20 losas contiguas ± 8 losas. UM que tengan características similares respecto de su tipo (pavimento rígido o flexible), uso (misma cantidad de operaciones) y condición general (similar estructuración y año de construcción), formarán las denominadas "Secciones Características", todo lo cual deberá quedar registrado en planos que servirán para el desarrollo del PCI.



Ingeniería de pavimentos para aeropuertos

3ipeTM
PAVEMENT ENGINEERING

Evaluación
Capacidad estructural, fricción, GPR, condición superficial

Ingeniería de detalle
Planes Maestros
Anteproyectos
Diseño de rehabilitaciones y planes de conservación

info@3ipe.com
+56 2 3210 9567



Por otra parte, cada evaluador debe previamente tener conocimiento de los “tipos” de deterioros que el método ha listado (definido) tanto para pavimentos de hormigón, como para pavimentos de carpeta asfáltica.

Junto con eso, las otras variables que el evaluador debe registrar durante la inspección son los niveles de severidad y la cantidad de deterioro encontrado para cada UM evaluada. Para pavimentos de hormigón el método ha definido 15 deterioros, mientras que para el caso del pavimento de asfalto se han definido 16 tipos de deterioros.

Es importante mencionar además que el método establece un criterio para determinar un número de UM mínimas por inspeccionar para que el resultado tenga un 95% de confianza, razón por la cual “tradicionalmente” no es evaluada el 100% del área de movimiento.

En virtud de lo anterior, es posible tener una gran cantidad de combinaciones, entre tipos de deterioros encontrados, el nivel de severidad y cantidad para cada UM evaluada, dándole a cada combinación un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioros, nivel de severidad y densidad (cantidad), resultando de ello la un índice (un número) que se relaciona con el estado de conservación del pavimento y permite al evaluador estimar en qué etapa del ciclo de vida se encuentra dicho pavimento.

MEDICION MECANIZADA PCI

La medición PCI tradicionalmente se realiza mediante la participación de uno, dos, tres o más evaluadores (lo que dependerá de las condiciones y contexto en el cual es realizada la evaluación para cada proyecto), quienes van revisando visualmente la superficie del pavimento.

En esta condición resulta relevante poder contar con amplia disponibilidad del recurso “tiempo”; tanto respecto de los mismos evaluadores quienes invertirán algunas jornadas de trabajo en alcanzar el total de área a evaluar, así como también tiempo disponible por cuenta del aeropuerto, ya que el área de evaluación no podrá estar disponible para la realización de operaciones (atterrizajes y despegues) mientras duren las jornadas de trabajo.

En este sentido, las auscultaciones en aeropuertos en donde se realizan principalmente operaciones comerciales, son cada vez más dificultosas debido al aumento permanente de estas.

Solo a modo de referencia, en el aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago, durante el año 2019 (en condición normal previo a la pandemia por COVID-19) se registraron 174.847 operaciones, lo que equivale a tener una operación cada 3 minutos aprox.

De manera similar, al tomar un aeropuerto representativo del norte, como lo es Diego Aracena de la ciudad de Iquique, el cual tuvo 16.031 operaciones en el año 2019, podríamos estimar que en promedio se realiza una operación cada media hora.



De cualquier modo las “ventanas” de tiempo entre operaciones no son suficientemente amplias para realizar las labores de auscultación de manera expedita y segura por lo que en la práctica se deben realizar complejas coordinaciones entre diferentes instituciones públicas, fuerzas armadas, autoridades varias y los operadores aéreos, las que no siempre son factibles.

En este contexto, la posibilidad de utilizar tecnología que apoye la gestión de recopilación de información de una manera confiable, relativa al estado de conservación de los pavimentos, y que disminuya los tiempos de ocupación del área de movimiento, no solo sería beneficioso para la industria, sino también para los propios usuarios que no tendrían que sufrir posibles modificaciones

CALIDAD | EXCELENCIA | INNOVACIÓN

Ingeniería Aeroportuaria
Vialidad
Administración de Pavimentos

Inspección Técnica de Obras

Arquitectura

MAS DE 50 AÑOS DE EXPERIENCIA

Carlos Antúnez 2457, Providencia, Santiago - Chile
faic@faic.cl | Teléfonos: 222341897 - 222344391
www.faic.cl

de itinerario o retrasos en sus vuelos debido a la realización de estas labores de auscultación.

Por otra parte y atendiendo la tendencia permanente de crecimiento en la cantidad de operaciones anuales realizadas en los aeropuertos nacionales, es posible pensar que en un futuro no tan lejano, la realización de una evaluación PCI no podrá ser de otro modo que no sea por medio de una alternativa mecanizada, semiautomatizada o completamente automatizada.

En este sentido, durante el año 2021 la Dirección de Aeropuertos (DAP) se encontrará desarrollando varios estudios de diagnóstico del estado de conservación de pavimentos de aeropuertos y aeródromos de las tres redes (primaria, secundaria y pequeños aeródromos), en los cuales los consultores que se adjudiquen cada uno de estos estudios, deberán proponer un método de medición mecanizado, cuyo resultado será comparado con la medición tradicional realizada por la unidad de conservación del Depto. de Construcción DAP.

Hasta el momento los consultores han presentado al menos dos tipos de equipos para recopilar información del estado del pavimento. Por una parte está la utilización de drones (Imagen N°3), por medio de los que se obtienen fotografía y videos de las distintas superficies, las cuales posteriormente son analizadas en gabinete.

En el uso de este tipo de tecnología es relevante primeramente establecer un correcto plan de vuelo y establecer parámetros adecuados para la resolución de las imágenes, configurar un porcentaje de solape de las imágenes (por ejemplo 70%), la velocidad del vuelo (15m/s) y una altura (20 m aprox.).

La información es trabajada mediante software de modelado 3D que reconstruye la superficie de manera parametrizada asignando a cada parte de la malla un trozo de la imagen. Ya con el ortomosaico se ingresan los deterioros por cada UM en la ficha de inspección para luego volcar los datos al programa Micropaver y con ello obtener el resultado de la condición del pavimento.

Por otra parte, los consultores también han optado por la utilización de vehículos multipropósito sobre los cuales se han montado cámaras y equipos laser que recopilan la información de la superficie del pavimento mediante la captación de imágenes y videos durante el movimiento del vehículo.

Esta modalidad implica la utilización de software

durante la etapa de post proceso que permita la medición de los deterioros. Estos softwares varían de acuerdo a las prestaciones asociadas a cada tecnología.

En términos generales, los equipos y software montados en vehículos tienen como principales características de funcionamiento, que pueden trabajar a velocidades que varían entre 60 y 120 km/hr, que las imágenes recopiladas son georreferenciadas en virtud a la utilización de GPS, que la información registrada es factible de lograr en horarios diurnos como también en nocturnos y en algunos casos, dependiendo del software utilizado, detecta la presencia del deterioro y apoya en la definición del nivel de severidad del mismo (bajo, medio o alto).

De esta forma es posible obtener una imagen continua del estado superficial del 100% del área a evaluar, en una cantidad de tiempo reducida en comparación al método tradicional, en donde evaluadores revisan solo el estado de conservación de las UM que fueron determinadas como las mínimas necesarias para lograr la confiabilidad del resultado. No obstante, este modo de recopilar la información tiene sus limitaciones. La primera y probablemente la más importante, es que el nivel de detalle que capta el ojo humano sigue siendo mayor al de las cámaras e imágenes de alta definición.

Adicionalmente existen otras limitantes técnicas, como por ejemplo que no es posible realizar el levantamiento de la información cuando la superficie se encuentra húmeda o mojada y que el sistema de referencia guía, que hace al vehículo avanzar en una línea rectilínea completamente paralela al eje de la pista, no se encuentra completamente desarrollado.

Respecto de esto último, hay que recordar que las pistas de aeropuertos comerciales tienen por normativa entre 30 y 45 metros de ancho, por lo que la demarcación del eje no siempre es referencia visible para el operador del vehículo, especialmente de noche.

En conclusión, se puede indicar que el uso de metodologías mecanizadas (o semiautomatizadas) para evaluaciones PCI, tiene el potencial para registrar en minutos, las mismas áreas que anteriormente los evaluadores realizaban en varias jornadas o días, aunque el costo de esto pudiera pagarse en el nivel de precisión del resultado final, cuestión que debe ser evaluada en el contexto de cada proyecto.

IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE S.A. AGENCIA EN CHILE



Somos una **Compañía Independiente de Servicios Profesionales** compuesta por cerca de 3.800 profesionales, de los cuales 893 son socios, ubicados en 45 oficinas alrededor del mundo, trabajando en los campos de la Consultoría, la Ingeniería y la Arquitectura, unidos en torno a una forma de hacer las cosas, unos objetivos comunes y al servicio de nuestros clientes.

Nuestra presencia en Chile está compuesta por más de **200 profesionales** dedicados a proyectos multidisciplinares orientados al desarrollo de:

- Aeropuertos
- Carreteras
- Ferrocarriles
- Metro
- Hidráulica
- Sanitaria
- Transporte
- Inspecciones Técnicas y Asesorías Especializadas.



El expertise de IDOM cubre todas las fases de desarrollo de un proyecto, desde la concepción, hasta la puesta en marcha. Acompañamos al cliente proporcionándole la asistencia técnica requerida en el proceso de toma de decisiones: especificaciones técnicas para el diseño, estudios de alternativas, estudios de demanda, de tráfico, de viabilidad, asesoramiento, análisis financiero, socioeconómico, diseño básico, de detalle, planes de operación y mantenimiento; además de la supervisión de obra y puesta en servicio de ésta.

Nuestro objetivo es entregar proyectos de vanguardia eficientes, implementando la última tecnología, como la metodología BIM. Nuestra visión es, a través de nuestros servicios de consultoría e ingeniería, ofrecer soluciones operativas con los más altos estándares internacionales y profesionales.

Nuestras soluciones, **basadas en la resiliencia, accesibilidad y sostenibilidad ambiental**, resuelven los desafíos en entornos cambiantes. Desde el inicio hasta la operación, nuestros especialistas trabajan en cada fase, dando vida al proyecto. A continuación, se destacan algunos de nuestros proyectos desarrollados en la última década:

“Anteproyecto Referencial Ampliación y Mejoramiento Aeródromo Pichoy”. Cliente: Dirección de Aeropuertos, MOP.

Entre lo más destacado a desarrollar por IDOM en el proyecto se encuentra:

- Ampliación Terminal de Pasajeros, que pasa de 2.100 m2 a 4.828 m2.
- Incorporación de un nuevo puente de embarque, pasando de 3 posiciones y 1 puente de embarque a 3 posiciones y 2 puentes de embarque.
- Nuevo desarrollo de vialidad.
- Nueva Subestación Eléctrica.
- Ampliación de estacionamientos, pasando de 116 puestos a 135 puestos de estacionamientos.
- Ampliación Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS).
- Ampliación Planta de Agua Potable



“Anteproyecto Referencial Ampliación y Mejoramiento Aeródromo Mocopulli”. Cliente: Dirección de Aeropuertos, MOP.

IDOM se encuentra desarrollando el Anteproyecto Referencial del Aeródromo de Mocopulli, para definir las obras a materializar durante el Contrato de concesión. En este sentido, estas obras deberán necesariamente responder a la demanda proyectada de todo el periodo de Concesión, definiéndose su ejecución en Fases Constructivas claramente definidas



“Diagnóstico Auscultación de Pavimentos Aeroportuarios de la Red Secundaria Zona Centro Norte”. Cliente: Dirección de Aeropuertos, MOP.

IDOM definirá las necesidades de conservación requeridas, para los diferentes sectores del área de movimiento, de 6 aeródromos ubicados en la zona centro norte de nuestro país



IDOM Consulting, Engineering, Architecture S.A. Agencia en Chile.
Teléfono: +56 223 80 07 20.
Web: www.idom.com

Proyecto de Ingeniería de Detalle de las Instalaciones del nuevo Terminal del Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez en Santiago de Chile. Cliente: Consorcio VGCP - Astaldi

Dentro de los alcances de los servicios realizados se encuentran el diseño de instalaciones de Electricidad, Corrientes Débiles, Seguridad, Protección contra Incendios, Climatización, Ventilación, Agua Potable, Alcantarillado, Aguas Lluvias y Gas.



Anteproyectos: Hospital del Salvador e Instituto Nacional de Geriatria. Cliente: MOP Concesiones de Obras Públicas

Desarrollo de los anteproyectos de; arquitectura, eficiencia energética y calculo estructural, además de los criterios de diseño de especialidades, evaluación ambiental del proyecto y estudio de impacto sobre el sistema de transporte urbano.

Modernización de la Vía urbana de Alta Capacidad Abi Bakr Al-Siddiq. Cliente: Arriyadh Development Authority (ADA)

Diseño preliminar, de detalle y constructivo para unos 15 km de carretera en el centro de Riyadh (Arabia Saudí).

El alcance incluye diseño de mejoras de la carretera y adecuarla a las normativas, diseño de 5 estructuras de paso, urbanístico y paisajístico.



IDOM

Contacto:

Andrés Mackenna Rueda
Representante Legal
e-mail: amackenna@idom.com

Enrique Andres Aravena Sandoval
Gerente de Infraestructuras
e-mail: earavena@idom.com

IDOM Consulting, Engineering, Architecture S.A. Agencia en Chile.
Teléfono: +56 223 80 07 20.
Web: www.idom.com

ESTABILIDAD SISMICA DE ZANJAS RELLENAS CON LODO BENTONÍTICO (ZRL)

Por: **Sergio A. Irrarrázaval Z.**
Ingeniero Civil

Se definen las ZRL, como Zanjas Rellenas con Lodo bentonítico, generalmente, para estabilizar sus paredes verticales, especialmente cuando se excava en arenas limpias saturadas, e inestables.

Es un método ampliamente difundido por el mundo. Se inició en Italia a mediados del siglo pasado. El objetivo de este artículo es destacar la importancia de la estabilidad de las ZRL durante sismos.

Terminada de excavar y rellenar de lodo la ZRL, podría verse afectada por un sismo. Si este es de intensidad baja a media, requiere un análisis de estabilidad por ejemplo con gráficos vectoriales, Irrarrázaval (1975). Sin embargo para intensidades altas, aceleraciones importantes, es preferible un método numérico, como el MEF, Método de Elementos Finitos, que considera las características no-lineales del suelo, Kramer (1996). Quizás el umbral de decisión es un coeficiente sísmico horizontal de 0.4 (2003, Curso Fundaciones II, UCH).

La metodología para un proyecto de ZRL puede contemplar las siguientes etapas: comenzar por una exploración adecuada del lugar, con mediciones de pesos unitarios in-situ en los distintos estratos de arenas, que permitan definir su DR% (Densidad Relativa); su consecuencia puede ser realizar una vibro-compactación de aquellos estratos de baja densidad, para de esa manera, evitar el riesgo de licuación.

Esto es muy importante puesto que si durante un sismo se licúa el terreno adyacente a la ZRL, las consecuencias pueden ser graves y retrasar la realización del proyecto. Luego, hacer un estudio sobre nivel de aceleración en el sitio.

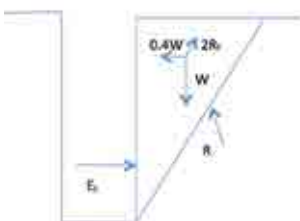
En general pensamos que, dada la importante sismicidad de Chile, las aceleraciones pueden llegar a ser muy altas, requiriéndose entonces aplicar un método numérico como el MEF, para definir el peso unitario del lodo bentonítico que rellenará la zanja y será responsable de su

estabilidad, junto con el Efecto de Arco. Las ZRL han fallado incluso estáticamente, Wong (1984), entre otras referencias.

Respecto al método vectorial, se incluye la figura del modelo de cuña, con aceleración de hasta 0.4 g, para definir el peso unitario del lodo γ_L .

Se destaca que el peso unitario del lodo resulta inferior a 1 Ton/m³ considerando un FS (factor de seguridad), por lo tanto, requiriéndose un peso unitario levemente superior a 1 Ton/m³, prácticamente.

El modelo de cuña y el gráfico vectorial de fuerzas (estático) se muestran a continuación.



MODELO DE CUÑA

W = peso cuña
R = reacción superficie de falla;
2Rf = fuerza extremos cuña;
EL = empuje del lodo
0.4W Fza. sismo

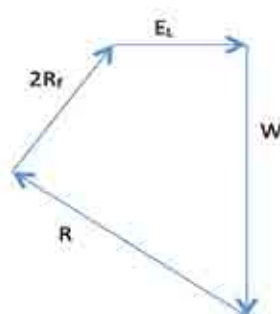


GRAFICO VECTORIAL -ESTATICO
(No considera sismo)

Se considera entonces una ZRL algo idealizada de dimensiones adecuadas para ilustrar.

Se usó como ejemplo una ZRL de las siguientes características:

Peso unitario saturado arena limpia: 2 Ton/m³

Altura ZRL: H = 18 m.

Longitud ZRL: L = 7 m.

Característica geotécnicas del suelo: nivel del agua subterránea = 0.0 m. ; nivel del lodo = 0.0 m.

$\phi' =$ ángulo de resistencia al corte = 35°

Se supone suelo relativamente denso.

FS (factor de seguridad), con valores de 1.0 y 1.3 para análisis estático. Y FS de 1.1 para análisis pseudo-estático, lo que es habitual.

A continuación se muestran las Tablas de cálculo para la condición estática, con FS de 1.0 y 1.3.

En todas las Tablas se aprecia el valor de γ_L , que es función de la magnitud de EL, empuje necesario para el equilibrio de la ZRL. Ver ecuación (1).

Se aprecia que γ_L presenta un valor inferior al peso unitario del agua, como consecuencia que el EL necesario es bajo, en clara función del Efecto de Arco.

$$E_L = \gamma_L \left(\frac{1}{2} \times H^2 \times L \right)$$

Donde, $\frac{1}{2} \times H^2 \times L = 1134 \text{ m}^3$; EL resulta del análisis gráfico vectorial.

TABLA 1			
FS (T/m ³)	θ°	Caso	γ_L (T/m ³)
1.0	45	Estático	*
”	60	”	0.132
”	70	”	0.23
”	80	”	0.148
”	85	”	0.121

Prácticamente no necesita EL; lo que destaca la acción del Efecto de Arco.

TABLA 2			
FS (T/m ³)	θ°	Caso	γ_L
1.3	75	Estático	0.293
”	85	”	0.153
”	60	”	0.249

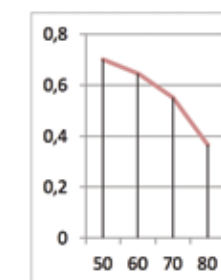
Prácticamente no necesita EL; lo que destaca la acción del Efecto de Arco.

Con las mismas características geotécnicas de la ZRL y dimensiones ya mencionadas, se presenta la TABLA 3, la que contiene un análisis pseudo-estático, para un coeficiente sísmico horizontal de 0.4, (2003, Curso Fundaciones II, UCH).

TABLA 3			
FS (T/m ³)	θ°	CASO	γ_L
1.1	60°	Seudo-estático	0.646
”	70°	”	0.55
”	80°	”	0.365
”	50°	”	0.7

Como se aprecia el peso unitario del lodo (γ_L) resulta más alto que para el caso estático. Es una clara consecuencia del aumento de las fuerzas desestabilizadoras, en este caso 0.4W, donde 0.4 es el coeficiente sísmico horizontal, y W es el peso estático de la cuña.

Se ilustra, la variación del peso unitario del lodo con el ángulo θ , correspondiente a la inclinación de la superficie de falla de la cuña, para el caso pseudo-estático, en la figura siguiente; ver TABLA 3.



(ángulo θ° en abscisas)

PESO UNITARIO DEL LODO (T/m³) = f(θ)

El peso unitario del lodo resulta de un valor máximo cercano a 0.7 T/m³ aproximadamente. Sin embargo, por razones prácticas, en este caso se usa un γ_L un poco superior a 1.0 T/m³. En los cálculos contenidos en las tres Tablas, no se consideran sobrecargas cercanas a la ZRL.

Además, estos cálculos, definen el máximo valor del peso unitario del lodo.

El ejemplo mostrado es ilustrativo de la importancia del Efecto de Arco. Este se manifiesta para una razón H/L a partir de 0.5 ($H/L \geq 0.5$). Para el caso analizado, $H/L = 18/7 = 2.57$.

El Efecto de Arco consiste en que las fuerzas de roce que actúan en los extremos de la ZRL constituyen una parte importante de la resistencia total del suelo ; se observa que para una zanja muy larga ésta participación disminuye notoriamente, siendo más importante la resistencia de corte que actúa en el plano de falla ,y en una ZRL teóricamente de longitud infinita su influencia es nula.

En la Figura MODELO DE CUÑA se aprecia el efecto de las dos fuerzas de roce en los extremos, 2 Rf . Es importante mencionar que, en caso de construcción de una ZRL en arena saturada, el lodo penetra una cierta distancia esa arena, constituyéndose en otra fuerza estabilizadora, ya que el ángulo de fricción de la arena aumenta si se satura con lodo, Irarrázaval (1975). Así, lo mencionado es un factor de seguridad adicional, en la estabilidad de la ZRL. Sin embargo esto no se considera en los cálculos. Además, el sismo puede ocurrir antes de la penetración por el lodo de la arena.

Existen otros modelos de cálculo, definidos por otras geometrías de la superficie de falla relativamente similares.El modelo de cuña de este artículo es una simplificación que facilita el cálculo al considerar una superficie de falla plana.

Como ejemplo de aplicación en Chile de ésta técnica, se menciona el embalse Aromos, en la V Región que posee una pared moldeada para estanqueidad ante filtraciones por el fluvial bajo el tranque. Su construcción incluyó una ZRL. Otro ejemplo es el embalse Convento Viejo, en la VI región. Uno más es la represa Melado, ubicada a 320 Km al sur de Santiago. Se construyó una pared moldeada como elemento impermeable del suelo grueso de fundación subyacente, de origen fluvial, posterior a la ZRL , Rodríguez-Roa (1993). También se usó esta técnica en paredes moldeadas de un Mall en Viña del Mar.

Se aplicaría MEF por ejemplo al considerar un sismo como el 27/F 2010, en sus máximas aceleraciones ; alcanzan hasta 0.928g en Angol, y 0.769g en Melipilla, según referencia " Terremoto

en Chile Mw = 8.8" (2010). Quizás sería necesario un estudio previo de "Peligro Sísmico" para el lugar. Junto con aplicar MEF es recomendable considerar las fuerzas hidrodinámicas inducidas por el sismo en el lodo. Una ZRL es una etapa anterior al hormigonado de la pared moldeada.

Conclusiones

Este artículo pone el énfasis en el análisis sísmico de una ZRL, al considerar que un evento sísmico puede ocurrir durante la construcción de la pared moldeada, considerando la alta sismicidad de Chile. Además se refiere a arenas limpias saturadas.Lo anterior es un aspecto muy poco referido en la bibliografía correspondiente. Su importancia es muy destacada. Por otra parte, es de suma importancia, hacer una exploración adecuada para la ZRL, de tal manera de poder detectar estratos de arena suelta. Si es así se deberá realizar una densificación de los estratos correspondientes, por ejemplo con vibro-compactación. Esto debe verificarse con mediciones de peso unitario de la arena mediante sonda nuclear de profundidad. Debe realizarse lo anterior para distancias entre mediciones tales que los valores sean diferentes en toda la ZRL. Se comienza con un distanciamiento importante en horizontal y luego se va disminuyendo. Así se alcanzará una DR% adecuada que no permita se induzca licuación (movilidad cíclica), o que sea insignificante. Entonces, con el sitio mejorado se puede aplicar un método numérico como el MEF para definir el peso unitario del lodo. Esta técnica permite construir en suelos sin cohesión, tales como arena limpias, SW y SP, o depósitos fluviales gruesos, saturados, siendo prácticamente la única a emplear. La ZRL del ejemplo está algo idealizada. La aplicación del MEF debe considerar la condición más exigente de una ZRL. Además, el análisis de una ZRL, es un problema del tipo 3D.

Referencias

- [1] Irarrázaval S.A., 1975 , Estabilidad de Zanjas rellenas con lodo bentonítico. Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Chile.
- [2] Kramer S., 1996, Geotechnical Earthquake Engineering
- [3] Curso Fundaciones II , 2003, UCH, Post-grado en Ingeniería Geotécnica.
- [4] Wong G.C.Y. , 1984 , Stability Analysis of Slurry Trenches, J. of Geotechnical Engineering, ASCE, vol . 110, nº 11,
- [5] Rodríguez-Roa F. , Comportamiento observado de la presa Melado, 3º Congreso Chileno de Ingeniería Geotécnica, vol. I .
- [6] Terremoto en Chile, Mw = 8.8, FCFM UCh,2010.





GEOTERRA

GT-24X es una Multi-Enzima basada en productos fermentados de materiales orgánicos.

(código de exportación # 350790.90)

No almacenar directo al sol o donde las temperaturas excedan los 50°C.

FABRICADO EN USA PARA GEOTERRA CHILE.

No Tóxico
No Inflamable
No Peligroso

Estabilizador de Suelos y Control de Polvo

Orgánico Natural

GT-24X

AGITAR BIEN ANTES DE USAR

GEOTERRA

Huérfanos 1373 Of. 611 Santiago Chile

e-mail: geoterra@geoterra.cl

web: www.geoterra.cl

fono: +56 9 9793 9353



SEGURIDAD VIAL EN ZONAS DE OBRAS

Por: **Álvaro Velasco,**
Valentina Quinteros

Departamento de Seguridad Vial

La seguridad vial puede entenderse como el proceso de preservación de la vida en el tránsito. Como ocurre en todo proceso, su resultado dependerá de la gestión de los riesgos existentes. Los niveles de seguridad observados en un momento dado son el resultado de la interacción entre los vehículos, la infraestructura y la conducta de las personas.

Como ocurre en todo proceso, su resultado dependerá de la gestión de los riesgos existentes. Los niveles de seguridad observados en un momento dado son el resultado de la interacción entre los vehículos, la infraestructura y la conducta de las personas. Cada uno de estos factores aporta ciertos riesgos específicos.

Algunos de los riesgos son inherentes al camino, como por ejemplo la geometría o la velocidad máxima permitida en atención a las características de la vía y su entorno. La gestión de estos riesgos asociados a la infraestructura impacta directamente sobre los niveles de seguridad ofrecidos a las personas usuarias de la vía o afectadas por ella.

El presente artículo describe los principales problemas que los autores observan en la gestión de seguridad vial en zonas de obras, y propone algunas formas para mejorar dicha gestión.

Definiciones

¿Qué es una zona de obras?

Para efectos del presente artículo, entenderemos que una zona de obras es un área de la faja vial en la cual se ejecutan actividades constructivas o de mantenimiento. Estas actividades pueden estar asociadas a la vialidad, a la infraestructura de servicios tales como agua, electricidad, telecomunicaciones, etc. La zona de obras modifica las condiciones de seguridad de la vía y su entorno.

¿Qué la hace particularmente riesgosa?

Una zona de obras presenta riesgos para la seguridad de tránsito que se suman a los riesgos

de la circulación normal de todo tipo de personas y vehículos. Estos riesgos adicionales derivan de:

- La presencia de trabajadores y/o maquinarias.
- Cambios en las zonas destinadas a la circulación, tanto en su trazado longitudinal como en las características del perfil transversal disponible para todo tipo de usuarios.

Estas condicionantes relevan la necesidad de gestionar explícitamente la seguridad vial zona en obras.

Problemas en la Gestión de Seguridad Vial en Zona de Obras

Los autores consideran que los principales problemas para la seguridad de tránsito en zonas de obras, pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

Carencia de información detallada

Una aproximación analítica al problema de los accidentes de tránsito requiere información de calidad suficiente. Desafortunadamente, la información sobre accidentabilidad en Chile no permite localizar con precisión los siniestros ocurridos en zonas de obra, ni relacionarlos con las características de la vía en la zona de trabajos.

En consecuencia, no se dispone de información estadística que permita identificar los principales riesgos para la seguridad vial ni gestionar los peligros existentes. Esta carencia de información sobre el fenómeno de los accidentes en zonas de obra, dificulta transversalmente el tratamiento de



problemas específicos de seguridad vial. Además, esto explica en parte la escasa bibliografía existente al respecto.

Zonas de circulación inseguras

Las zonas destinadas a la circulación en la zona de obras, suelen presentar las siguientes carencias globales:

1. Poca claridad en la ubicación y entrada a los circuitos de circulación. Esto hace que los usuarios, en particular los conductores de vehículos motorizados, deban interpretar a su propio juicio cuál es el área destinada a la circulación para cada tipo de usuario.
2. Encauzamiento insuficiente o inadecuado. Una vez que los usuarios han entrado al área de circulación que les corresponde, el encauzamiento de la misma presenta cambios y falencias que dificultan mantener la necesaria segregación entre distintos tipos de usuario.
3. Condiciones inequitativas para usuarios no motorizados. Se observa que las zonas de circulación destinadas a usuarios no motorizados, cuando existen, suelen presentar condiciones inferiores con respecto a las ofrecidas a los usuarios motorizados; estas inequidades incluyen información aún más escasa, accesos y superficies menos adaptadas a usuarios no motorizados, así como circuitos excesivamente largos.

Elaboración y Fiscalización del Plan de Seguridad Vial

El Numeral 6.204.101 del Volumen 6 del Manual de Carreteras establece que el contratista de la obra debe presentar al Inspector Fiscal un Plan de Seguridad de la Obra, para así garantizar la seguridad de trabajadores y usuarios de la vía.

Este plan debería ser elaborado por un equipo profesional con competencias en prevención de riesgos laborales y en seguridad vial. Sin embargo, actualmente el plan suele ser elaborado por prevencionistas de riesgo, sin participación de especialistas en seguridad vial.

Adicionalmente, la fiscalización del cumplimiento de las disposiciones del plan no ha sido suficiente para asegurar niveles de seguridad apropiados.

Esto se traduce en que las zonas de obra suelen mostrar carencias importantes en la gestión de seguridad vial.

Ausencia de enfoque tecnológico

La normativa vigente establece requisitos para la señalización vertical y la aplicación de esquemas tipo para distintas zonas de trabajo.

No se considera aplicación de nuevas tecnologías. Esto abre un flanco débil, pues quizás el país está



ignorando aplicaciones que podrían mejorar la seguridad en zonas de obra.

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN ZONAS DE OBRA

Mejora de información

Los datos en Seguridad Vial son indispensables para generar nuevas y mejores políticas públicas.

Puesto que estos ayudan a: realizar diagnósticos más precisos; evaluar estrategias para responder a las soluciones a los problemas; priorizar acciones y medir el progreso, para así, obtener resultados y conclusiones a las aplicaciones de las estrategias.

Es por esto que la coordinación entre las distintas entidades regulatorias toma protagonismo.

En relación a la seguridad vial en obras, existen varios actores de los cuales será necesaria una coordinación entre ellos, y que además cada uno cumple un rol específico en esta materia. Al igual como se desarrolla la base de datos nacional de siniestros viales, es posible que se analice la información que es captada por Carabineros de Chile y adicionar datos relativos a los estándares de la infraestructura.

Por otro lado, a partir de la Unidad de Prevención de Riesgos, Inspectores Fiscales y expertos de la

seguridad vial, se puede generar las instancias de acordar y desarrollar nueva base de datos, y que esta información sea incorporada en los informes emitidos por prevencioncitas de riesgo de las obras.

El tipo de información que tendría utilidad para sus análisis es del número de siniestros ocurridos al interior de una zona intervenida por trabajos en la vía, además de detalles tales como ubicación del siniestro si es en el área de advertencia, área de transición, área de trabajo o al final de zonas de trabajos. Todo lo anterior agregando además de las causas y tipos de siniestros registrados.

Independientemente, desde donde sea el origen de la obtención de información y/o la generación o unificación en una base de datos, estos deberán ser públicos o compartidos a todas las áreas pertinentes.

Esto para que cada una de ellas evalúe la información, haga un diagnóstico y desarrolle estrategias para mejorar la seguridad vial de las obras.

Plan de Seguridad Vial en Faena – Competencia para su preparación

Sin un modo imperativo, se ha detectado que el Plan de Desvío de Tránsito desarrollado en la etapa de estudio de ingeniería y el Proyecto de Seguridad

Vial es desarrollado por distintas especialidades dentro de la empresa consultora del proyecto. Siendo estas, el área de seguridad vial y el área de prevención de riesgos.

El Plan de Seguridad en Faena establece las políticas que garanticen la seguridad de todas las personas que ingresen al recinto de la obra. Ya sean usuarios de la vía y los trabajadores de la construcción. Por lo que este informe, se especifican las prácticas en la prevención de riesgos para los trabajadores y, adicionalmente, el desarrollo de diseño íntegro de las gestiones de riesgos con los distintos dispositivos disponibles de Seguridad Vial.

Si bien ambas especialidades tienen las misma objetivo base, la seguridad de las personas en la ejecución de sus actividades, pero no tienen el mismo enfoque de su desarrollo de la especialidad.

Por lo tanto, se determina la conveniencia de que el ítem asociado a la Seguridad Vial en el Plan de Seguridad en Faena, sea desarrollado por el área pertinente a fin de este tópico. De esta forma, el resultado del informe podrá tener los mismos

estándares de gestión de riesgos que un proyecto de ingeniería.

Apoyo tecnológico

En la zona de una obra, como se ha mencionado anteriormente, existen diversos factores que pueden generar un siniestro vial o al interior de la obra si existe algún error.

Es por esto, que el complemento con la tecnología y sus variables aplicaciones puede ser un medio eficiente en esta tarea. Esto no solo en una mejora de la seguridad activa o pasiva, sino también en disminuir los tiempos de las obras y así disminuir la exposición de dichos riesgos que conlleva.

A continuación, se entregan algunas alternativas de los apoyos tecnológicos

- Sistema de barreras móviles: dentro de los riesgos en una obra es la sobreexposición de los trabajadores cercanos o enfrentando al tránsito para la gestión de flujos en desvíos o cortes.

Esta aplicación es una forma rápida y segura de gestionar los flujos vehiculares, reconfigurando

• Señales protegidas frente a rayos UV y graffitis;
• Garantía líder en la industria;
• Solución completa de Avery Dennison.

AVERY DENNISON

TrafficJet™ Xpert La revolución continúa...
TrafficJet™ Plus
TrafficJet™

SISTEMA DE IMPRESIÓN DIGITAL PARA LA FABRICACIÓN DE SEÑALES

Proceso de impresión digital Avery Dennison

Diseñar Imprimir Aplicar sobrelaminado Anti-Graffiti Cortar Aplicar a sustrato

(+562) 2898.8063 / 8050
www.reflectives.averydennison.com

TrafficJet™ Xpert



rápida las calzadas, manteniendo así la continuidad del sistema de barrera.

- Señal de tránsito vertical y horizontal portátil: Para lo que respecta a la señal vertical consta de una señal montada en un remolque por lo que la hace dinámica, dando la posibilidad de ubicarla donde más se requiera. Por otro lado, para el caso de la señal de tránsito horizontal, la cinta removible es diseñada para la demarcación de pavimento, principalmente para aplicación longitudinales. Ambas soluciones se pueden desempeñar en distintos niveles de luminosidad

del día y condiciones ambientales, adicionalmente tiene una gran utilidad en zonas de obra de gran complejidad.

- Bandas alertadoras transversales: Las bandas alertadoras tienen la función de advertir a los conductores alguna situación riesgosa y/o diferente que vayan a enfrentar, por lo que uso puede complementar la información de entregada por las señales verticales. Este tipo de dispositivo es de rápida instalación y remoción, principalmente usado para obras que corta duración, pero de gran complejidad.

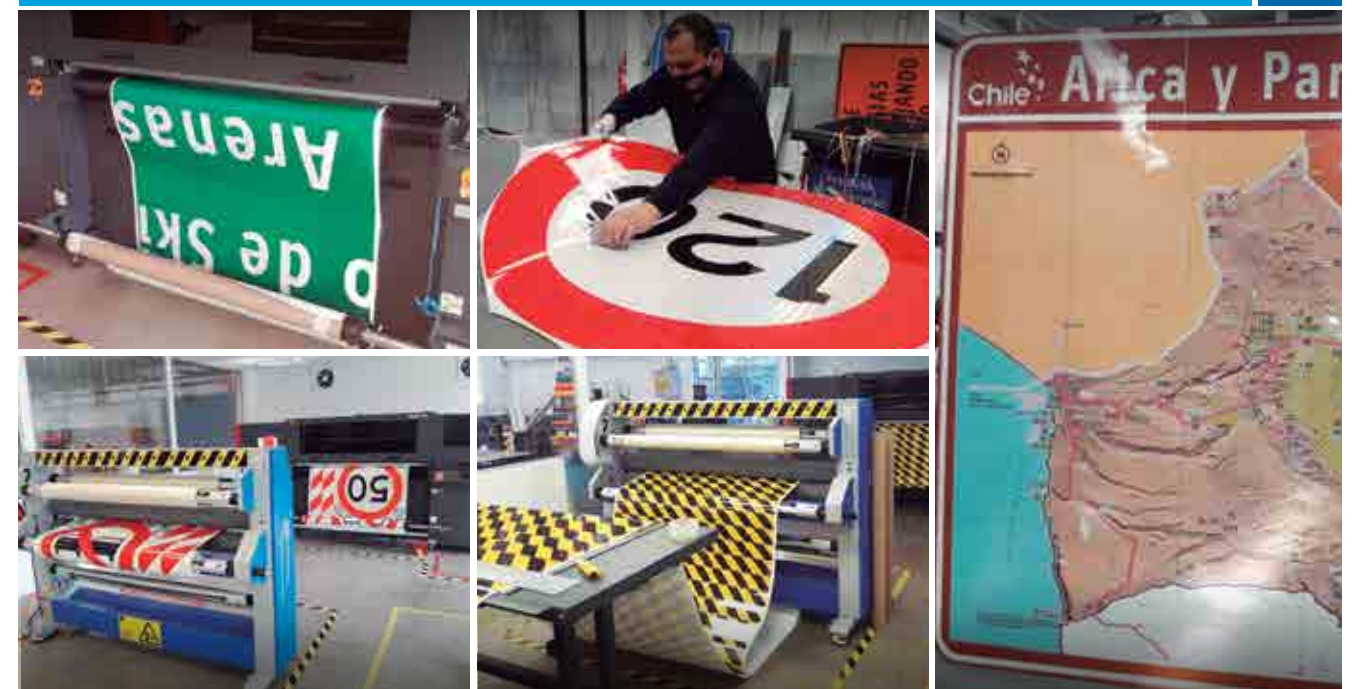


SIGNO

PRODUCTOS PARA SEGURIDAD VIAL

Elementos y dispositivos de seguridad vial

Seguridad, calidad y garantía en todos nuestros productos



- Señalización reglamentaria, preventiva e informativa (Permanente y de obra)
- Impresión digital de alta resolución - Láminas reflectivas 3M
- Postes de sustentación; marcos reticulados; pórticos; señalización tipo bandera
- Insumos para demarcación vial (pintura termoSpray, acrílica y termoplástica), tachas y pegamentos
- Sello de alta fricción, defensas camineras
- Canalizadores de tránsito (conos, cono tambo, hitos de vértice, segregadores)
- Lámparas de obra

Contacto:
ventas@signochile.cl
+56 9 94029393

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO AEROPUERTO CARRIEL SUR DE CONCEPCIÓN

Por: **Karen Osses**
Ingeniera Civil
Mauricio Ortiz
Ingeniero Civil

El Aeropuerto Carriel Sur de la ciudad de Concepción lleva el nombre por el cual eran conocidos los terrenos del fundo en donde fue construido e inaugurado el 3 de enero de 1968. Está ubicado aproximadamente a 8 km. al norte del centro de la capital regional, en la comuna de Talcahuano y es la principal puerta de entrada aérea a la Región del Bío Bío.

Hasta antes del desarrollo de la pandemia por COVID-19 en Chile y la aplicación de restricciones al desplazamiento por parte de la autoridad sanitaria, de los 17 aeropuertos y aeródromos de la red primaria, Carriel Sur es uno de los que muestra mayor cantidad de operaciones, solo siendo superado en el año 2019 por el Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago.

No obstante lo anterior, respecto de ranking de pasajeros totales anuales transportados (arribados y salidos), Carriel Sur ha ocupado en los últimos años entre el 6° y 5° lugar a nivel nacional, de acuerdo a las estadísticas de la Junta de Aeronáutica Civil, las cuales muestran

que en los últimos 20 años, en promedio, la tasa de crecimiento fue de aproximadamente 7%, porcentaje que sube al 12% si consideramos solo los últimos 5 años (Ver Figura N°1), alcanzando en el año 2019 un total de 1.664.824 pasajeros transportados.

Durante el año 2020 sin embargo, de igual forma han sido afectados todos los aeropuertos del mundo, el Ad. Carriel Sur ha visto disminuido considerablemente la cantidad de pasajeros que han utilizado sus instalaciones, alcanzando un total de 717.670 pasajeros, lo que corresponde a una disminución de un 57% respecto del año anterior.



No obstante aquello, las últimas proyecciones realizadas por la International Air Transport Association (IATA), muestran que para el año 2024 se recuperará el mismo nivel de pasajeros del año 2019, proyectándose una tasa de crecimiento promedio para el periodo 2020-2040 de 6% (Ver Figura N°2), justificando desde un punto de vista técnico y operacional, las obras de Ampliación y Mejoramiento propuestas y desarrolladas en base al Anteproyecto Referencial elaborado por la Dirección de Aeropuertos, las que dotarán a esta infraestructura pública de las áreas requeridas para apoyar adecuadamente el proceso de reactivación económica regional en la etapa post pandemia.

En concordancia con lo antes expuesto, el actual proyecto de ampliación y mejoramiento del aeródromo Carriel Sur considera una inversión de aprox. \$27.000 millones para el presente periodo de concesión (2016 – 2031). Sus obras actualmente muestran un avance del 99%, cumpliéndose en fecha 28 de febrero de 2021 con el hito de Puesta en Servicio Definitiva (PSD). Entre las principales obras de construcción que son parte del contrato de concesión se incluye la ampliación del edificio terminal, la ampliación del área de movimiento,

en especial en lo correspondiente a la plataforma comercial de estacionamiento de aeronaves y la construcción de un nuevo núcleo de oficinas para el funcionamiento de la autoridad aeronáutica (DGAC).

AMPLIACIÓN EDIFICIO TERMINAL

Entre las principales obras de ampliación que son parte del alcance del contrato de la 2da Concesión del aeropuerto Carriel Sur, se encuentran las correspondientes a la ampliación del edificio Terminal de Pasajeros.

Para la definición de estas obras, se ha tenido en consideración, la proyección estimada de la demanda, de lo que se ha concluido que el crecimiento necesario del terminal debe ser capaz de procesar anualmente hasta dos millones de pasajeros. Esto quiere decir que se requiere que los actuales 8.200 m2 crezcan en un 37% para llegar a 11.200 m2, los que se materializarán principalmente en el extremo surponiente de su particular planta estructural en curva, única en su tipo para terminales de los aeropuertos de la red primaria.

44 Años mejorando la calidad de vida de los chilenos

CyD Ingeniería contribuyó a la Certificación Edificio Sustentable (CES) del Hospital de alta complejidad Quilota - Petorca






Asesoría de Inspección Fiscal Hospital Quilota - Petorca

Isidora Goyenechea 3162, Oficina 601, Santiago-Chile / contacto@cydingeneria.cl / Tel: (+56) 22 370 2600 / www.cydingeneria.cl

CONFIANZA | CALIDAD | COMPROMISO



Asociado a esta ampliación, se realizarán acciones de optimización y redistribución de espacios interiores y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad. En este sentido, se destaca la incorporación de más metros cuadrados en sector de salas de embarque, lo que incluye flexibilidad del espacio de tal forma poder contar con una sala de embarque para vuelos internacionales en caso de ser necesario y una sala de embarque remoto (embarque sin puente). En relación a esto último, está considerada la instalación de dos (2) nuevos puentes de embarque, que conectarán con las dos nuevas posiciones de estacionamiento en plataforma comercial.

Junto a eso, entre las otras áreas que suman más metros cuadrados para un adecuado procesamiento de los pasajeros, se encuentran la sala de retiro de equipaje, en donde se incluye la instalación de una nueva cinta de retiro de equipajes, totalizando cuatro (4) para el aeropuerto, el hall de acceso en donde se aumentará el número de counters, totalizando veintiséis (26) del tipo tradicional, más otros diez (10) totems de self cheking y nuevas casetas para control de pasaporte en caso de vuelos internacionales.

Adicionalmente, en área pública, se aumentarán las posiciones de estacionamientos vehiculares donde se sumarán ciento cincuenta y ocho (158) ubicaciones adicionales para un total de quinientos cincuenta y tres (553), más dos (2) estacionamientos para minusválidos, totalizando siete (7). Complementando lo anterior, el proyecto incluirá la habilitación de espacios necesarios para el funcionamiento de otros medios de

intermodalidad, como son taxis, buses y rent a car. Por último se contempla la reserva de áreas para futuro proyectos de desarrollo inmobiliario y el mejoramiento y construcción de la vialidad de acceso al nuevo núcleo de oficinas DGAC.

ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES

Asociado al crecimiento del terminal, el proyecto considera también el necesario crecimiento de la plataforma para estacionamiento de aeronaves comerciales (denominada “Papa”), la que deberá atender adecuadamente la mayor cantidad de operaciones que se realizarán hasta el final del próximo periodo de concesión (15 años). Por tal motivo, la plataforma comercial dará cabida a 2 nuevas posiciones, una para aeronaves categoría C (por ejemplo Airbus A-321) y una para aeronaves categoría D (ejemplo Boeing B-767), aumentando de 5 a 7 posiciones de estacionamiento, alcanzando una extensión de 20.454 m².

Para el cálculo de todas las estructuras de pavimento se ha utilizado el software de diseño Faarfield V1.41 de acuerdo al procedimiento contenido en el documento Advisory Circular (AC) 150/5320-6F “Airport Pavement Design and Evaluation” de Federal Aviation Administration (FAA) de los Estados Unidos. En particular para el caso de la ampliación de la plataforma “Papa”, se ha propuesto la construcción de una estructura de pavimento rígido compuesta por una losa de hormigón con capacidad resistente al ensayo a la flexotracción a los 28 días mínima de 45 kg/cm² y espesor 40 cm, la está apoyada sobre una capa de base de material granular de 25 cm de

espesor y una capa de mejoramiento del terreno de 100 cm, totalizando una estructura de 165 cm de profundidad desde su rasante.

Cabe destacar que la construcción de la ampliación de la plataforma “Papa” no estuvo exenta de complejidades, por cuanto estaba condicionada altimétricamente al rodaje “Eco” y la plataforma comercial ambas estructuras existentes, que condicionaron el sentido de escurrimiento de las aguas lluvias, las que en ningún caso debían afectar las instalaciones del edificio terminal o las instalaciones de apoyo a las aeronaves, razón por la cual se dispuso la construcción de un canal colector de aguas lluvias en su costado poniente.

Complementariamente a la ampliación de la plataforma “Papa”, es parte del alcance de las obras la construcción de una nueva calle de rodaje, denominada “Hotel” (13.170 m²), para la aviación comercial que conecta la calle de rodaje paralela “Alfa” con el extremo oriente de la plataforma y que ayudará a mejorar y regular la circulación de aeronaves comerciales entre los sectores de plataforma y pista. De igual forma el ensanche de la calle de rodaje “Eco” existente (2.935 m²) cumplirá la misma función antes indicada. Para estas estructuras, el diseño ha estimado un pavimento flexible compuesto por una carpeta de rodado de mezcla asfáltica de 10 cm de espesor colocada sobre una capa de base de material granular de 20 cm de espesor y una capa de mejoramiento del terreno de 100 cm, totalizando una estructura de 130 cm de profundidad.

Por su parte, respecto de la infraestructura horizontal proyectada para la aviación general, el proyecto consideró la construcción de una nueva plataforma de estacionamiento denominada “Quebec” (23.265 m²) y su respectiva calle de rodaje, denominada “India” (3.834 m²), que la conecta con el rodaje “Hotel” (ver imagen) y cuya estructuración también ha sido diseñada como pavimento flexible pero con menores espesores, en



virtud a las menores cargas que deberán soportar. De acuerdo a lo anterior, estas estructuras estarán compuestas por una carpeta de mezcla asfáltica de 10 cm de espesor, la que estará apoyada en una capa de material granular de 15 cm y una capa de mejoramiento del terreno de 15 cm, para totalizar un espesor de 40 cm de profundidad.

Finalmente indicar que para el correcto funcionamiento de las nuevas estructuras de pavimentos del área de movimiento, se incluye tanto la construcción de la vialidad aeronáutica para la ampliación de plataforma comercial como también aquella que conectará esta infraestructura con la plataforma de aviación general y la vialidad de conexión entre el Cuartel SSEI (Servicio Salvamento Extinción Incendios) y la nueva plataforma “Quebec”.

NUEVO NUCLEO DGAC

Por otra parte, el alcance del contrato de concesión establece como parte de las obras, la demolición o retiro de las actuales oficinas de la autoridad aeronáutica y su traslado o construcción de un nuevo núcleo de oficinas para la labor DGAC, el cual estará ubicado al norte del edificio terminal, en terrenos aledaños a la ubicación de la actual Subestación Eléctrica y Cuartel SSEI.

Las edificaciones que son parte de este nuevo núcleo DGAC son el Centro de Control, el Subcentro Zonal de Mantenimiento (que incluye instalaciones de Meteorología), el Edificio Administrativo, Edificio Logístico, Edificio de Abastecimiento de Combustibles, Edificio Casino y una nueva Torre de Control, totalizando un área de 2.832 m². Respecto de la climatización de estas oficinas, se destaca que contarán con un sistema de caudal de refrigerante variable VRF con recuperación de calor, el que estará compuesto por una unidad exterior, agrupada en uno o más módulos, una red de cañerías con refrigerante ecológico (R410A) y unidades interiores del tipo cassette.

NUEVA INFRAESTRUCTURA Y REMODELACIÓN EN PLAZA DE PESAJE

Por: **Jaime Mahuzier Cifuentes**
Jefe Nacional Departamento de Pesaje DV.

La Plaza de Pesaje San Fco de Mostazal se ubica en el Km 61 de la ruta 5 Sur y es considerada la plaza más importante de la Red Vial Nacional. En un año normal controla aprox. 3 millones de vehículos de carga.

Esta Plaza de Pesaje Fija Automática, compuesta de 2 estaciones de control, tiene la gran ventaja con respecto a las demás, de contar con un amplio centro de operaciones en el segundo piso, cuyo operador tiene una visibilidad en 360°.

La Plaza de Pesaje contempla dos edificios de control, uno de 245 m² en el lado Poniente y el otro de 207 m² en lado Oriente.

Incluye el equipamiento necesario y la habilitación de infraestructura vial dedicada para estos fines. Incluye vías internas de circulación, túnel peatonal para la comunicación de ambos edificios, patio de estiba o un estacionamiento para cada estación de pesaje, el cual proporciona las comodidades de espacio para que los vehículos puedan estibar o trasladar su carga en caso que sea necesario.

Funcionalidades del Sistema de Pesaje.

La plaza de pesaje está compuesta por dos estaciones, con el fin de controlar el sobrepeso y sobredimensión de los vehículos de carga y pasajeros en ambos sentidos de circulación de la ruta 5 sur. Su emplazamiento se ubica en entre los DM 60 731 y DM 61 404 en un sector de triple calzada expresamente diseñado para estos fines. Cada estación de pesaje incluye una balanza selectiva y una balanza punitiva o de precisión.

La balanza selectiva está ubicada en una pista segregada o pista lateral y los vehículos de carga y pasajeros se pesan en ella a una velocidad media de hasta 60 Km/h pudiendo ser desviados a la balanza de precisión para un pesaje eventualmente punitivo o ingresar nuevamente sin detenerse a la



Plaza de Pesaje Fija con 2 Estaciones de Control.

carretera sin mayor demora ni afectación de la fluidez del tránsito.

El procesamiento del pesaje está distribuido en distintas unidades computarizadas.

Elementos principales de la Plaza de Pesaje San Fco. de Mostazal.

La operación normal de una plaza de pesaje considera que todos los vehículos de carga, camiones de dos o más ejes o buses que circulan por la carretera, deben ser controlados, vayan estos cargados o vacíos. Para poder realizar el pesaje de cada uno de ellos, estos vehículos deben ingresar a la pista de pesaje paralela a la calzada donde se ubica la balanza selectiva con el objetivo de determinar su peso dinámico o peso en movimiento.

En el caso que el peso registrado por la balanza selectiva este dentro de los márgenes permitidos, el vehículo es avisado mediante un semáforo que posee una flecha señalizando que puede continuar su trayecto reingresando a la carretera.

Por el contrario, si el pesaje dinámico sobrepasa los límites de pesos establecidos en el Decreto 158 /1980. entonces el semáforo le indicará

al conductor del vehículo que continúe hacia la Balanza de Precisión.

En la Balanza de Precisión, como su nombre lo indica la medición se realiza con mayor exactitud y a una velocidad no mayor a 10 Km/h.

El vehículo se detiene antes de la Balanza y un semáforo de ingreso le autoriza el paso sobre la balanza, dándole tiempo al operador para ingresar su patente.

El equipo debe permitir de manera precisa pesar forma estática y dinámica cada eje, conjunto de ejes y peso bruto total del vehículo. Es de carácter punitivo, posibilitando al operador cursar infracciones al conductor si alguno de los ejes está fuera de la tolerancia máxima permitida. Esta balanza está conformada por una plataforma de dimensiones 3.5 m de ancho y 0.90 metros de largo. Descansa sobre 4 celdas de carga modelo "shear beam" de capacidad nominal de 10 ton.

De un total de Vehículos controlados a nivel nacional 12.712.451, San Francisco de Mostazal, representa 2.085.067 de vehículos controlados, lo que estadísticamente es un 16.40%, segregando esta información de un total de camiones controlados a nivel nacional = 10.882.862, San Fco de Mostazal cuenta 1.652.967 Camiones

RUTA DEL MAIPO
isa
INTERVIAL

Contribuimos al desarrollo de infraestructura de excelencia para el país.

PROYECTO TERCERAS PISTAS TRAMO III

CONEXIONES QUE INSPIRAN

www.rutamaipo.cl

@isaintervial

@isaintervial

@rutadelmaipo

ESTADÍSTICAS.
Vehículos controlados en el último periodo de control permanente (año 2019).

REGION	PLAZAS DE PESAJE FIJAS	AÑO 2019	AÑO 2020
		TVC	TVC
Arica & Parinacota	Chacalluta	1.052.058	811.374
	Chungará	140.213	120.356
Tarapacá	Huara	147.878	139.663
Antofagasta	La Negra	969.374	193.131
Lib. Gral. Bdo. O'higgins	San Fco. de Mostazal	2.085.067	0
Bío Bío	Los Ángeles	1.735.869	1.586.572
	Curañil	105.603	132.103
	Nicodahue	122.955	131.190
Araucanía	Tijeral	71.799	152.071
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Puerto Chacabuco	28.475	20.575
Magallanes y Antártica Chilena	Kon - Aiken	61.152	16.196
	Monte Aymond	1.178	318
Metropolitana de Santiago	Lampa	2.412.456	2.061.922
	Curaçavi	1.572.085	1.171.135
	El Monte	2.206.289	1.173.252
TOTAL		12.712.451	8.203.379

Notas:

- 1) Plaza de Pesaje San Fco Mostazal deja de operar año 2020.
- 2) Plaza Pesaje Tijeral el año estuvo en reparación por 3 meses.

controlados representan un 15.18% con y de un total de buses a nivel nacional de 432.100 buses controlados representan un 23.60% es la Plaza de Pesaje con mayor control vehicular de peso.

Los grados de exactitud y precisión de las Balanzas del Sistema serán verificados por intermedio del Laboratorio de Calibración del Departamento de Pesaje.

Por otra parte, el sistema de Pesaje dispone de un sistema de captura de vídeo el cual se encuentra en etapa de ajustes y calibración el que permitirá registrar en forma simultánea y

automática la patente y conjuntos de ejes del vehículo que será infraccionado. El sistema está diseñado para operar las 24 horas del día, por lo que en horario nocturno lo realiza con apoyo de iluminación adicional. La captura de imagen de las placas patentes, así como la distribución de los ejes del vehículo infractor, realizado por este sistema de cámaras, deberá servir como medio de respaldo gráfico a la operación del operador frente a posibles discrepancias.

Los vehículos al pasar por la balanza de precisión pueden registrar un pesaje normal (sin sobrecarga y técnicamente perfecto) o registrar alguna anomalía. Códigos de anomalía o manipulaciones son los siguientes: vehículo sobrecargado con infracción, vehículo sobrecargado dentro de tolerancia, vehículo que durante el pesaje alteró su velocidad significativamente, vehículo que se pesó a exceso de velocidad, el sistema detectó un tipo de vehículo distinto al digitado por el operador, vehículo presente en el parque se está repesando. Cuadro detallado de un pesaje: El programa provee para cada eje o conjunto de ejes lo siguiente: Número de ejes, Peso del lado izquierdo del eje, Peso del lado derecho del eje, Peso total del eje, Peso del conjunto de ejes, Límite legal del conjunto de ejes, Sobrecarga del conjunto de ejes, Distancia del eje con respecto al eje anterior

Además, para cada vehículo se debe entregar: Número de pesaje, Hora del pesaje, Tipo de vehículo, Peso total, Suma de la sobrecarga de conjuntos de ejes, Sobrecarga en el peso bruto total del vehículo, Velocidad, Largo del vehículo

Nota : La Plaza de Pesaje operada por la Dirección de Vialidad actualmente se encuentra en un período de marcha blanca y ajustes sin estiba ni cobro de multas.



Ingreso a la pista de Balanza de Precisión.

Líderes en seguridad vial

Demarcación Multipunto

Remoción de caucho en losas de aeropuertos mediante chorro de agua a alta presión

Señales con lamas

Lavado Hidráulico

www.apia.cl

Avenida Conchile 241, Quilicura, Fono: 56-21-8185000



Aportando con
EXCELENCIA



Al progreso de la sociedad,
mediante el desarrollo
sostenible de proyectos.

+40 años de experiencia en servicios de
ingeniería multidisciplinaria para diversos
rubros: minería, infraestructura vial,
energía, metro, ferrocarriles, entre otros.

