

# Cómo producir mezclas de concreto de alta calidad con **Cemento ALIÓN** para proyectos de placa huella





# 1. Introducción

Colombia, hoy, tiene la necesidad de adecuar una gran cantidad de vías terciarias para mejorar la conectividad de las comunidades y promover el fortalecimiento de las zonas rurales.

Por esto, en **ALIÓN** queremos ayudarte a que conozcas las mejores prácticas para la producción de concretos, que es el material principal para que puedas garantizar la calidad en tu obra.

*Texto jurídico:* las recomendaciones en esta guía tienen como objetivo orientar al usuario. De forma previa y para cada obra, los responsables de su ejecución y supervisión deberán verificar y hacer los ajustes que consideren necesarios. Cada proyecto de placa-huella contiene detalles estructurales y de ejecución que pueden diferir respecto a este documento y prevalecen las especificaciones contractuales de cada uno.

## 2. Pavimento en placa huella

El sistema de placa-huella en concreto se ha usado ampliamente en nuestro país. En esta guía de **Cemento ALIÓN** te contaremos los aspectos más importantes del pavimento en placa-huella y una serie de recomendaciones que te permitirán asegurar la calidad y aumentar la eficiencia en tus proyectos.

Los pavimentos en placa-huella son sistemas que se usan para el mejoramiento de las vías rurales o terciarias con bajo volumen de tránsito y por donde se desplazan vehículos relativamente livianos (máximo de 17 toneladas).

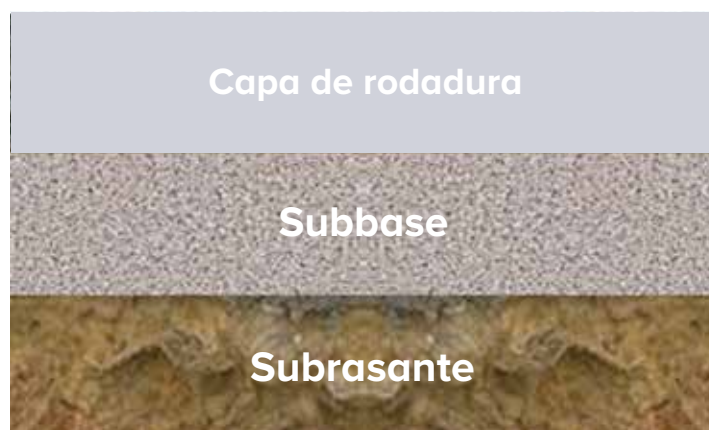
Entre las ventajas que tiene este tipo de pavimento se encuentran:

- Permitir la circulación permanente de vehículos durante un prolongado tiempo de servicio (más de 20 años).
- Es fácil el mantenimiento. Si el proyecto se ejecuta con buena calidad, consistirá en realizar la limpieza de las obras de drenaje y en sus laterales.
- Se puede emplear la geometría de la vía existente, por lo que es una solución fácilmente aplicable en casi todos los tipos de terreno.
- Los costos de construcción y mantenimiento pueden ser inferiores en comparación con un pavimento convencional.
- Se puede emplear mano de obra y materiales locales.

## 2.1. ¿Qué es un pavimento?

Los pavimentos son estructuras compuestas por un conjunto de capas que tienen la resistencia y la durabilidad suficientes para garantizar la estabilidad necesaria para ser transitadas, generalmente por vehículos. Más específicamente, los pavimentos están conformados por una capa de rodadura y capas inferiores de materiales granulares.

Hay varios documentos del Instituto Nacional de Vías (Invías) y del Ministerio de Transporte para ejecutar las placas-huella. En la «Guía de diseño de pavimento con placa-huella» del Ministerio de Transporte, en el capítulo 4, se dan las recomendaciones para la calificación de la capacidad de soporte de la subrasante de la vía. Igualmente, en el capítulo 8 de la «Cartilla de obras menores de drenaje y estructuras viales» del Invías. En la figura 1 te mostramos un esquema donde se identifican las capas que componen un pavimento común:



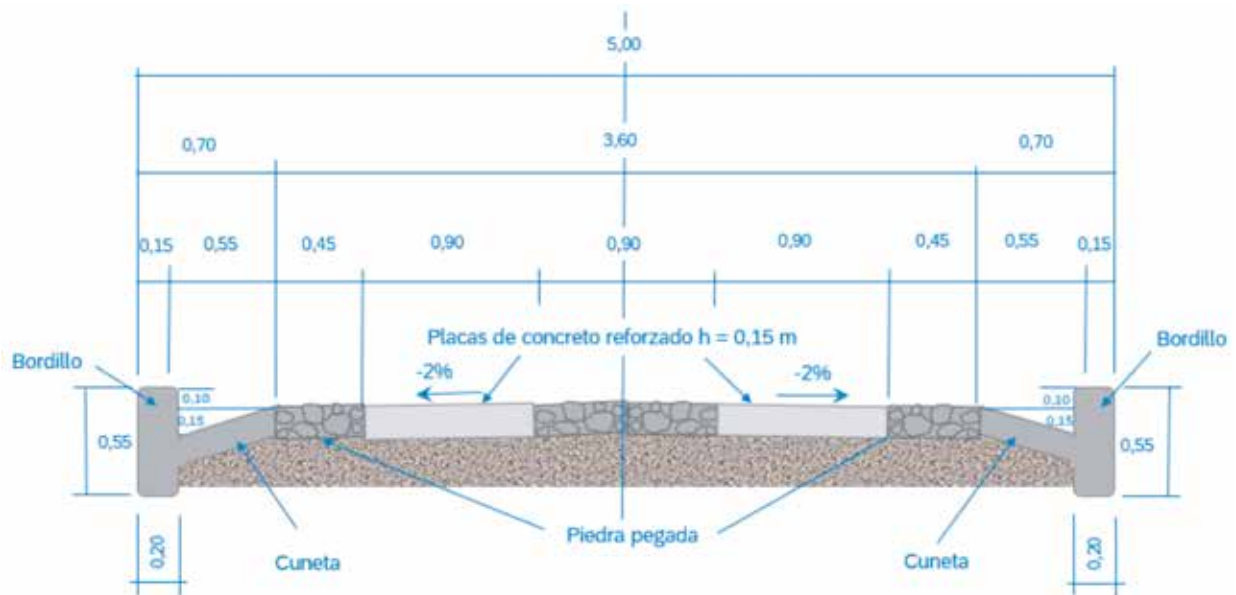
**Figura 1:** Sección típica de un pavimento común

- **Subrasante:** es una capa de suelo natural que se perfila luego de la excavación para agregar las capas superiores. Dependiendo de sus características, podrá ser mejorada para que logre soportar la estructura del pavimento.

- **Subbase:** es una capa compactada formada por material granular o suelo estabilizado. Su función principal es proporcionar apoyo uniforme a la base y soportar las cargas que se transmiten distribuyendo los esfuerzos. También, debe permitir el drenaje de agua. Se construye con materiales más económicos que la base.
- **Capa de rodadura:** en el caso del pavimento en placa-huella, esta capa de rodadura está compuesta por varios elementos que describiremos a continuación.

## 2.2. ¿Cuáles son los componentes de una placa huella?

En la figura 2, extraída de la «Guía de diseño de pavimentos con placa-huella» del Ministerio de Transporte, podrás ver una sección típica de un pavimento en placa-huella, mientras que la figura 3 te la muestra en perspectiva para facilitar la identificación de sus partes.



**Figura 2:** Sección transversal de tramo recto de pavimento con placa-huella (no muestra la riostra). Todas las dimensiones están en metros



**Figura 3:** Vista superior de placa-huella

**Placa huella:** es una estructura de pavimentos en concreto reforzado apoyada directamente sobre el suelo, que tiene dos franjas separadas por las que transitarán las llantas de los vehículos. Está compuesta por riostras transversales, placas de concreto reforzado, piedra pegada y dos bermas-cunetas-bordillos que se apoyan sobre un material de subbase (figura 4). La principal función de la placa-huella es soportar los esfuerzos producidos por el tránsito de vehículos. Una ventaja es que se sustituyen las franjas no sometidas al tráfico por un material más económico, el concreto ciclópeo o piedra pegada. Para poder asegurar la durabilidad y resistencia al desgaste, la resistencia a la compresión del concreto que se suele solicitar para las placas-huella es de 21 MPa (3000 psi).

Las dimensiones comunes que tiene una placa-huella son:

- El ancho sin las cunetas-bordillos es de 3,7 m y 5 m a bordes externos, incluyéndolos.
- El espaciamiento entre ejes de las riostras transversales es de 3,0 m y en las curvas horizontales su ancho se aumenta entre 1,0 y 2,8 m, con un espesor de 0,15 m.



**Figura 4:** Aspecto de la placa-huella durante su construcción

- **Riostra:** es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el de la placa de concreto del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa de concreto del módulo siguiente. Se construye en concreto de 21 MPa (3000 psi) de resistencia.
- **Piedra pegada:** es una franja de concreto ciclópeo con espesor mínimo de 0,15 m. Su función principal es disminuir los costos de construcción del pavimento. También, se busca desestimular el tránsito de los conductores por estas franjas con la rugosidad de la piedra. Sin embargo, dado que no es posible garantizar que en toda la vida útil de la placa-huella no circulen vehículos, la resistencia a la compresión que se suele solicitar para este concreto es de 21 MPa (3000 PSI).
- **Berma - cuneta - bordillo:** es un componente de la placa-huella que se construye en concreto reforzado, vaciado monolíticamente, que tiene función estructural y, además, evita el ingreso de agua hacia las capas de subbase o subrasante y la erosión del soporte de la placa-huella. Estos elementos facilitan el drenaje de agua superficial y longitudinal de la placa-huella para mejorar su durabilidad y brindar confinamiento a la subbase. Tanto la cuneta como el bordillo se articulan

estructuralmente con la riostra. Normalmente, se solicitan concretos con resistencia a la compresión de 21 MPa (3000 psi).

- **Alcantarilla:** es el elemento de drenaje transversal que pasa bajo la vía, que se usa para coleccionar el agua de la berma-cuneta-bordillo y para el paso de los drenajes del terreno por el que cruza la vía. Se coloca por debajo del material de relleno. Su ubicación dependerá de la pendiente y la alineación de la vía. Para mayor detalle consulta la «Guía de diseño de pavimentos de placa-huella del Ministerio de Transporte» o la «Cartilla de obras menores de drenaje y estructuras viales» del INVIAS.
- **Pontón:** es un puente pequeño que hace parte de la vía y que permite el paso de ligeras corrientes de agua o drenajes del terreno, con una luz libre igual o menor a 10 m.
- **Box culvert:** es un elemento de concreto de sección rectangular que puede ser prefabricado o vaciado en el sitio; se instala por debajo del material de relleno y permite el paso de agua.
- **Muro de contención:** es una estructura que se construye para evitar que una masa de tierra o roca se derrumbe, o que contiene la estructura de la vía y el suelo bajo ella para que no se derrumbe.

## 3. Procesos más importantes para la correcta ejecución de los proyectos de placa huella

Acabamos de conocer en detalle las partes que constituyen la placa-huella; ahora veremos los procesos más importantes para su correcta construcción. Incluyen la localización de la vía, el diseño detallado, la planeación del trabajo, la construcción, el control de calidad, y luego, el mantenimiento (figura 5).



**Figura 5:** Procesos más importantes para la correcta ejecución de proyectos de placa huella

## 3.1. Localización

Es importante conocer dónde estará ubicado el proyecto. Aunque la mayoría de los proyectos de placa-huella se construyen en zonas rurales, también podrían estar en áreas urbanas. Identificar la localización se refiere a conocer la ubicación geográfica la disponibilidad de los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto en la zona.

Debes identificar los proveedores de insumos (materiales, herramientas y equipos), las fuentes de agregados, los laboratorios para el control de la calidad, si se cuenta o no con personal calificado en la zona para hacer la construcción, conocer la percepción de la comunidad frente al proyecto, y revisar si la zona a intervenir es el único acceso disponible para la comunidad o si existen otros. Como veremos más adelante, este conocimiento te servirá para tener una mejor planeación de tu obra.

## 3.2. *Diseño*

El diseño de la placa-huella te lo deben haber entregado para hacer tu obra. Debe incluir, como mínimo, los detalles geométricos de los componentes de esta, la resistencia del concreto, la cantidad y la posición del acero. Algunos diseños te solicitarán hacer transiciones entre los tramos rectos de la vía y el inicio de las curvas. Igualmente, hacer sobrecanchos en las curvas que sirven para facilitar el giro de los vehículos más grandes, tener buena visibilidad cuando se conduzca y evitar accidentes.

Si no te entregan estos diseños para tu obra, pregunta al responsable del proyecto. Además, puedes consultar detalles de diseño de la placa-huella en la «Guía de diseño de pavimento placa-huella» del Ministerio de Transporte disponible en <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella>. O bien, la «Cartilla de obras menores de drenaje y estructuras viales» del Invías, disponible en <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/14788-cartilla-de-obras-menores-de-drenaje-y-estructuras-viales/file>.

## 3.3. *Planeación*

Los pilares para asegurar el éxito de todo proyecto son el alcance, los costos y el tiempo. Estos tres pilares siempre están relacionados. Por ejemplo, puedes realizar un proyecto con bajos costos, sacrificando la calidad o la cantidad de obras a ejecutar, o probablemente si tienes muy poco tiempo para ejecutar una obra; esto requerirá una mayor demanda de personal, lo que impactará directamente en los costos. Puedes realizar una planeación sencilla de tu proyecto de placa-huella, teniendo en cuenta los tres pilares mencionados.

### 3.3.1. Alcance de obra física

Por lo general, el alcance de las intervenciones está contenido en los documentos del contrato de los proyectos. Los aspectos que requieren más atención para tu proyecto de placa-huella son:

- Longitud del tramo a construir
- Cantidad de excavaciones, rellenos o mejoramientos que se requieren de acuerdo con las condiciones del terreno y sus requisitos
- Obras de drenaje requeridas, incluyendo pontones, alcantarillas y box coulverts

### 3.3.2. Costos

Los costos de la obra dependerán del alcance, tal como se definió en el numeral inmediatamente anterior, de la calidad, de los recursos disponibles y del tiempo de ejecución. A continuación, te daremos algunos consejos para administrar los costos.

- **Calidad:** recuerda que estas obras son importantes para el desarrollo de las comunidades, por cuanto estos proyectos debes construirlos garantizando su durabilidad esperada. Por esto, debes contar con un plan básico de calidad de los materiales usados que te permita cumplir con las condiciones y tiempos de servicio requeridos. Por ejemplo, debes considerar dónde y cómo almacenarás y protegerás el cemento, los agregados, el acero, las formaletas y las herramientas menores. Recuerda que el control más básico para el agua que utilizarás para hacer el concreto es que la puedes usar si la puedes beber. Si te solicitan ensayos de calidad de los materiales, identifica un laboratorio cercano que preste estos servicios. Más adelante, en el proceso de construcción de la placa-huella, te daremos algunas recomendaciones que te orientarán un poco más con respecto al control de calidad en la ejecución de la obra.
- **Recursos disponibles:** puedes usar la información obtenida en el proceso de localización para evaluar la disponibilidad de los recursos que tienes en la zona o dónde debes adquirirlos. En cuanto a la mano de obra, la idea de estos proyectos es

poder dar empleo a las personas de la comunidad. Es crucial en esta etapa de planeación, revisar la disponibilidad de la mano de obra local y las competencias que se requiere desarrollar para que las personas puedan ejecutar bien su labor.

- Evalúa si el tramo de placa-huella que vas a construir es la única vía de acceso. Te recomendamos diseñar un plan que tenga en cuenta el manejo del tránsito durante el tiempo que se requiera para ejecutar tu proyecto, de tal forma que puedas informar a la comunidad las restricciones que habrá y durante cuánto tiempo.
- Para estimar las cantidades de obra de tu placa-huella, en Cemento Alión tenemos una herramienta disponible para cuantificar los materiales que requieres. Escríbenos al correo electrónico [siemprefirme@alion.com.co](mailto:siemprefirme@alion.com.co) y te la compartiremos.

### 3.3.3. Tiempo

De acuerdo con los compromisos establecidos para la entrega de tu proyecto, puedes diseñar una programación de obra, en la que deberías incluir todas las actividades que se requieren para llevarlo a cabo y sus tiempos, así como establecer hitos que te permitan evaluar el cumplimiento de dicha programación. Hoy, existen numerosas herramientas que te permiten organizar la programación de tu obra y validar su cumplimiento; puedes usar Microsoft Planner, Project u hojas de cálculo de Excel, entre muchas otras, en las que puedes ingresar tareas, asignarles un responsable y tiempo de ejecución y luego evaluar en determinadas fechas el porcentaje de cumplimiento de esta tarea. Con esto, puedes estimar las acciones que debes realizar para cumplir con tu proyecto a tiempo.

## 3.4. Construcción

### 3.4.1. Trazado de la vía

Por lo general, en estas obras se usa el trazado existente de la vía y se procede a intervenirlo para su mejoramiento (figura 6). Si se debe hacer un trazado nuevo de la vía, te recomendamos efectuarlo por secciones donde se facilite la construcción de pendientes, evitando pasar por áreas que se inundan o que presenten derrumbes;

trata de que no se requieran movimientos de tierra o demoliciones de otras construcciones y árboles.

En algunos casos puedes requerir de una comisión de topografía que te ayude localizar detalladamente el proyecto: eje de la vía y sus bordes, zonas donde debes hacer excavaciones o llenos, puntos de inicio y final de curvas y sus transiciones, entre otros aspectos.



**Figura 6:** Trazado de la vía de placa-huella

### **3.4.2. Alistamiento de la superficie de soporte**

En esta etapa deberás asegurarte de que los materiales de relleno cumplan con los espesores y grados de compactación requeridos y especificados en el diseño, lo que a su vez dependerá de las características del terreno. Es importante realizar una buena construcción de la superficie de soporte, ya que de esto depende su capacidad portante y de deformación; y, por tanto, el buen desempeño de la placa-huella. Elige los equipos de compactación apropiados para tu proyecto (figura 7).



**Figura 7:** Alistamiento de la superficie soporte para un pavimento

### 3.4.3. Instalación de la formaleta

Una buena instalación de la formaleta te permitirá asegurar los espesores y dimensiones de los componentes de la placa-huella que, además de garantizar la calidad, te ayudará a hacer un mejor control de costos de tu proyecto al evitar desperdicios de concreto relacionados con sobreespesores y abertura accidental de la formaleta durante el proceso de vaciado.

Asegúrate de usar formaleta liviana y fácil de transportar; esto te permitirá menos esfuerzo y aumentar la productividad. Por otra parte, recuerda que todas las formaletas están en contacto con el concreto; el tipo de material que uses como formaleta va a determinar la apariencia de los elementos; por eso es importante emplear formaletas limpias, sin hendiduras, no absorbentes y que cuenten con una película de desmoldante (figura 8). Estas formaletas deben fijarse correctamente y generar una muy buena hermeticidad para evitar fugas y desperdicios de las mezclas de concreto.



**Figura 8:** Instalación de formaleta para pavimento

### 3.4.5. Instalación del acero de refuerzo

En esta etapa del proceso es fundamental asegurar que la instalación del acero se realice conforme con lo establecido en los planos de diseño. En este punto debes garantizar las dimensiones y espesores de las varillas, la cantidad de ellas y su distancia de separación. Una recomendación que te ayudará con la durabilidad del proyecto es almacenar el acero de refuerzo bajo techo para mitigar los efectos de corrosión y contaminación.

Ten en cuenta que el acero de refuerzo debe contar con un recubrimiento de concreto. Se recomienda emplear separadores hechos en concreto (panelas) para evitar que, en el momento del vaciado de concreto, el acero quede en contacto directo con el suelo y lo oxide (figura 9). Así mismo, debes garantizar su recubrimiento, según los diseños, y que puede ser de entre 5 cm y 7 cm de espesor.



**Figura 9:** Acero de refuerzo placa huella

### 3.4.6. Elaboración y colocación del concreto para la placa huella

En **Cemento ALIÓN** somos expertos en las aplicaciones derivadas del uso de nuestro cemento. Queremos compartirte algo de esa experiencia para que puedas adoptar las mejores prácticas en tus proyectos de placa-huella y maximizar la durabilidad de tu proyecto.

El concreto es un material que se fabrica a partir de la mezcla de cemento, agregados, agua y, en algunos casos, aditivos y fibras; su principal función es soportar esfuerzos mecánicos. Para los pavimentos de placa-huella es fundamental asegurar la resistencia y durabilidad del concreto, por lo que debes tener cuidado con la calidad de sus materiales, el proceso de producción, el control de calidad y su colocación.

**3.4.6.1. Materiales:** debes considerar que lo más recomendable es tener un diseño de mezclas de concreto, que es único para los materiales que usarás en la obra, es decir, para el cemento y los agregados, y si los usas para los aditivos. El diseño de mezcla te indicará las proporciones de los diferentes materiales para lograr el valor requerido de resistencia y durabilidad. En el siguiente enlace tendrás acceso a

nuestra calculadora de materiales para placa-huella, donde encontrarás algunos diseños de mezclas de concreto sugeridos para la elaboración de la placa-huella, el concreto ciclópeo y las cuneta-berma-bordillo:

<https://alion.com.co/calculadora-de-materiales-de-construccion/>

A continuación, te contaremos los aspectos más importantes que deberías tener en cuenta para la selección y el manejo de los materiales:

**3.4.6.1.1. Cemento:** para construir la placa-huella puedes usar nuestro cemento de uso general (UG) que, además de alcanzar la durabilidad y resistencia requeridas, puede alcanzar altas resistencias a edades tempranas. Así, tu pavimento estará disponible para ser usado más rápidamente. El cemento es un material que reacciona con el agua, se endurece y tiene la capacidad de ganar resistencia con el tiempo. Adicionalmente, debe estar protegido siempre de la humedad para garantizar su desempeño hasta su fecha de vencimiento. Por esto, debes almacenarlo siempre bajo techo (puede ser en una carpa), sobre estibas de madera y no recostarlo directamente sobre los muros. En <https://alion.com.co/capsulas-alion/> encuentras más recomendaciones para cuidar tu cemento. El cemento es un material perecedero, por lo que es muy importante que revises y documentes su fecha de vencimiento. Esta se encuentra en la cara frontal del saco (figura 10).



**Figura 10:** Fecha de vencimiento cemento UG

**3.4.6.1.2. Agregados:** en la Norma NTC 174, de especificaciones de agregados para concreto, encuentras los requisitos para los agregados en Colombia. Si bien con los lineamientos de esta norma puedes usar los que consigas en tu zona, te recomendamos que hagas pruebas básicas de caracterización de tus agregados (por lo menos conocer su densidad y absorción). Esto te facilitará el control de las cantidades de cada uno de los materiales y la calidad durante la producción.

Adicionalmente, el tamaño máximo que debe tener la partícula de agregado grueso no debe superar las tres cuartas ( $3/4$ ) partes del espaciamiento entre barras de acero de refuerzo. Por ejemplo, si la distancia entre las barras es de 4 cm, el espacio libre para que ingrese el agregado es de 3 cm, es decir, puedes usar con tranquilidad agregado con tamaño máximo de 2,5 cm (1"). El agregado fino y grueso debe almacenarse por separado, impidiendo que se contamine con el terreno o con otros materiales. Para esto, trata de almacenarlo sobre una placa de concreto y construir barreras que eviten que se junten la arena y la grava. Para más recomendaciones sobre los cuidados a tener en cuenta con los agregados visita:

<https://alio.com.co/inspeccion-de-materia-prima-agregados/>.



**Figura 11:** Agregados para la producción de concreto

**3.4.6.1.3. Agua:** es fundamental para la producción del concreto. Es la responsable de la hidratación del cemento; un buen control de la cantidad usada te permitirá alcanzar mejores resistencias y mayor durabilidad. Lo ideal es que sea agua potable, pero si no es posible conseguirla en el sitio de la obra, debes procurar usar agua limpia, libre de contaminantes como jabones, azúcares, químicos y demás sustancias que puedan afectar el desempeño del concreto.

**3.4.6.1.4. Aditivos:** su uso no es esencial en la placa-huella, pero puedes usar aditivos plastificantes o reductores de agua que te permitirán lograr mezclas más trabajables, con menores contenidos de agua y que tendrán un incremento de resistencia y optimización de las cantidades de cemento. Recomendamos seguir las pautas de dosificación y uso dadas en las fichas técnicas de esos productos. Normalmente, su dosificación se realiza en proporción al contenido de cemento de la mezcla. Es importante controlar la cantidad de aditivo, dado que una sobredosificación puede retardar de manera excesiva el endurecimiento de la mezcla, incluso evitarlo o generar segregación, entre otros efectos (figura 12).

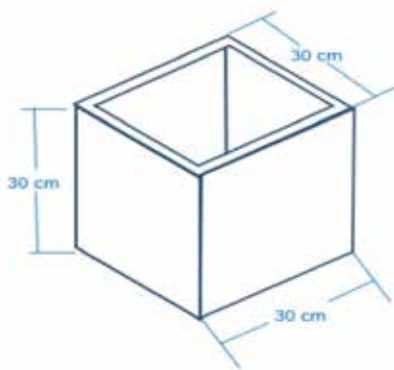


**Figura 12:** Aditivos para concreto

**3.4.6.2. Herramientas y equipos:** para una buena ejecución de tu proyecto ten a la mano todas las herramientas y equipos requeridos para la producción y colocación de concreto.

**3.4.6.2.1. Herramientas:** las básicas que necesitas para la producción y colocación de concreto son coches o carretillas, palustres, palas, cinta métrica, niveles, codales, llanas, martillos y baldes en buen estado.

**3.4.6.2.2. Herramientas para la dosificación de los materiales:** el diseño de mezcla del concreto de tu obra te indicará las proporciones en las que debes mezclar los materiales para garantizar su buen desempeño. Te recomendamos realizar la dosificación por peso; existen muchos tipos de básculas que puedes utilizar para pesar los materiales. Si la logística y las instalaciones de tu proyecto impiden usar básculas para el pesaje de los materiales, puedes usar recipientes para dosificarlos por volumen. Para esto puedes usar cajones (figura 13) o baldes (figura 14) de dimensiones conocidas que te permitan dosificar los agregados y medir el agua, evitando sobrepasar la capacidad máxima de los recipientes:



**Figura 13:** Cajones usados para la dosificación de agregados



**Figura 14:** Baldes para la dosificación de concreto

**3.4.6.2.3. Mezcladoras de concreto:** puedes usarlas de diferente volumen, dependiendo de los requerimientos de producción. Te recomendamos el uso de mezcladoras de un saco de cemento y hacer los cálculos de los otros materiales que

te permitan ajustar a un volumen aproximado de 0,15 m<sup>3</sup> (figura 15). Para esto también puedes usar nuestra calculadora de materiales de placa-huella de **Cemento Alión**.



**Figura 15:** Mezcladora de 1 saco

**3.4.6.2.4. Vibradores:** te ayudarán a sacar el aire de la mezcla una vez colocada. Selecciona el tamaño del vibrador, lo que depende de los espesores y dimensiones de las placas a fundir. Puedes emplear un vibrador de inmersión o aguja de eje flexible con un cabezal o tubo de diámetro externo que puede variar entre 38 mm a 100 mm (1 ½” a 4”). El vibrado debe ser suficiente, pero no excesivo, porque produce segregación. Se recomienda detener el vibrado cuando la superficie de concreto empiece a brillar, cuando no sale más aire en forma de burbujas o cuando sienta un cambio en el sonido del vibrador. Recuerda siempre tener un vibrador extra como plan de contingencia si se llega a presentar un daño en el vibrador principal.

### **3.4.6.3. Producción de concreto**

**3.4.6.3.1. Ubicación de la mezcladora:** para la producción del concreto debes definir previamente la ubicación del sitio, o sitios, donde harás la preparación del concreto

(figura 16). Algunas de las recomendaciones para la selección más adecuada son:

- Debería estar lo más cercano posible del lugar de los elementos a construir para evitar transporte excesivo, que se produzca segregación y otras alteraciones en el concreto fresco.
- Puede ser necesario definir varios sitios para la mezcladora y que los debas ir desplazando en la medida en que avances con la construcción de la placa-huella.
- Por facilidad logística, si la vía a construir tiene alguna pendiente, te recomendamos que ubiques el sitio de la mezcladora en la parte superior de aquella. Inicia colocando el concreto en la parte más baja; esto facilitará el transporte de la mezcla hasta el sitio de colocación y evitará el tránsito por encima de donde ya se depositó el concreto.
- El sitio debe ser estable para que puedas realizar los trabajos de mezclado.
- Deberían ser posibles la instalación y la fijación de todos los apoyos de la mezcladora.



**Figura 16:** Ubicación planta de concreto

Debido a las limitaciones de espacio, es común que se haga el mezclado de concreto en la misma sección de la vía, desplazando el sitio de mezclado a medida que avances con la construcción de la placa-huella. Por esto, debes tomar todas las

medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes o retrasos en el avance de la pavimentación.

Una vez tengas ubicado el sitio o sitios donde prepararás tus mezclas, ya estás listo para empezar a dosificar el concreto.

**3.4.6.3.2. Dosificación de la mezcla:** una de las claves para garantizar el éxito de la producción del concreto es la dosificación y correcto mezclado. La dosificación te indicará la cantidad de cemento, agregados, agua y, en algunos casos, aditivos que debes agregar a la mezcladora para producir el volumen de concreto esperado en la dosificación. Como lo mencionamos, es necesario conocer previamente las proporciones de los materiales para poder cumplir con las propiedades en estados fresco endurecido requeridas del concreto.

Debes controlar el agua que adicionas a la mezcla. Si bien el agua es muy importante y se requiere para que el cemento reaccione y alcance su resistencia, hay que controlar su cantidad. Mientras más cantidad de agua adiciones al concreto, obtendrás una mezcla más fluida y fácil de colocar, pero menor será su resistencia a la compresión y durabilidad. Se estima que por cada 20 litros de agua extra agregada a 1 m<sup>3</sup> de concreto, su resistencia disminuye en 500 psi. Para controlar la cantidad de agua te recomendamos dosificarla con ayuda de baldes graduados y realizar la corrección de humedad de los agregados.

Por lo general, los agregados tienen humedad (agua) contenida. Esto es causado por sus procesos de producción (llegan con cierta humedad al proyecto) o porque es difícil almacenarlos bajo techo y les cae agua lluvia. Para realizar la corrección por humedad debes tener una báscula pequeña. Toma una muestra de aproximadamente 1 kg de cada tipo de agregado, por separado, de los arrumes donde está almacenados. Luego, pesas las muestras, por separado, y registras el valor de cada una. En un recipiente las colocas en una estufa y las calientas hasta que percibas que el material está seco. Puedes ayudarte colocando un papel seco encima del agregado que se está secando y verás que cuando el agua se evapora el

papel se mueve; es decir, que todavía no está seco. Y cuando el material está seco, el papel no se mueve. Luego de que el agregado se seque, lo pesas y calculas la cantidad de agua que tiene el material y procedes a corregir la dosificación de acuerdo con esa humedad. En **ALIÓN** podemos suministrarte una herramienta que te facilitará los cálculos para realizar la corrección de humedad. Escríbenos al correo electrónico [siemprefirme@alion.com.co](mailto:siemprefirme@alion.com.co) y te la compartiremos.

Una vez tengas definidas las cantidades corregidas de los materiales de la receta puedes pesarlos o dosificarlos por volumen e ingresarlos en la concretadora. A continuación, te recomendamos una secuencia de mezclado que te permitirá preparar mezclas de concreto homogéneas (figura 17).

Los agregados, por lo general, tienen humedad (agua) contenida. Esto es causado por sus procesos de producción (llegan con cierta humedad al proyecto) o porque es difícil almacenarlos bajo techo y les cae agua lluvia. Para realizar la corrección por humedad, debes pesar la arena y la grava, sacando una muestra de aproximadamente 1 kg de cada material por separado de los arrumes en donde están almacenados. Pesa las muestras por separado en un recipiente y las calientas hasta que ves que el material está seco (coloca un papel seco encima del material que se está secando y verás que cuando el agua se evapora el papel se mueve y cuando el material está seco, deja de moverse). Para calentar el material, una buena práctica es usar una estufa de cocina de un puesto y poner el material dentro de un recipiente (olla). Luego de que el material se seque, lo pesas y calculas la cantidad de agua que tiene el material y procedes a corregir la dosificación de acuerdo con esa humedad.

En **ALIÓN**, podemos suministrarte una herramienta que te facilitará los cálculos para realizar la corrección de humedad. Escríbenos al correo electrónico [siemprefirme@alion.com.co](mailto:siemprefirme@alion.com.co) y te compartiremos esta herramienta.

Una vez tengas definidas las cantidades corregidas de los materiales de la receta puedes pesarlos o dosificarlos por volumen e ingresarlos en la concretadora. A continuación, te recomendamos una secuencia de mezclado, que te permitirá preparar mezclas de concreto homogéneas:



**Figura 17:** Secuencia de mezclado de los materiales para la producción de concreto

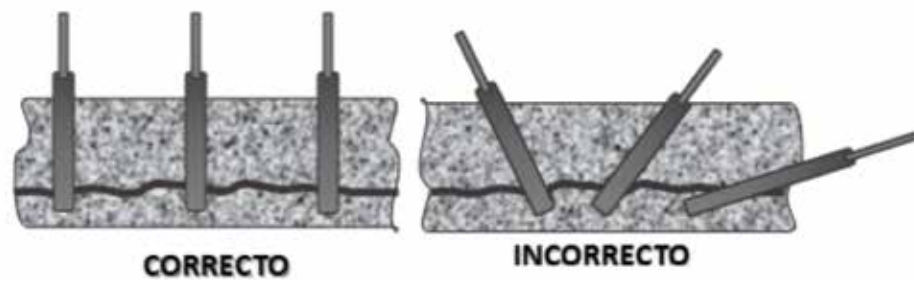
Cuando se complete el tiempo de mezclado vierte el concreto en el coche, carretilla, buguie o el equipo que tengas destinado para el transporte. Consulta el contrato para saber la frecuencia de ensayo que te piden para verificar la calidad del concreto. Lo usual es que cada 40 m<sup>3</sup> de concreto, o por lo menos una vez al día, debes sacar una muestra para evaluar su resistencia. Más adelante en este documento te indicaremos cómo hacerlo.

**3.4.6.4. Transporte y colocación de concreto:** recuerda que una producción impecable del concreto te ayuda en la calidad de tu placa-huella y esto se complementa con un buen transporte y la colocación del concreto. Evita que el transporte se haga a grandes distancias y que el concreto se someta a vibraciones excesivas que lo segreguen. También, debes considerar que, si te demoras mucho tiempo para colocar el concreto, este comenzará a fraguar (endurecerse o «secar») y esto dificultará su colocación o hará que resulte imposible. Cuando esto ocurra, debes desechar ese concreto. No adiciones más agua para devolverle la fluidez a la mezcla porque afectarías su calidad y durabilidad.

Durante la colocación debes verter el concreto lo más cerca posible del elemento a fundirse. Evita tirarlo desde sitios muy altos porque puede segregarse. La recomendación es que, si debes verter el concreto a más de 1,5 m de altura, lo hagas con la ayuda de un canal o algún elemento que contribuya a disminuir la altura de

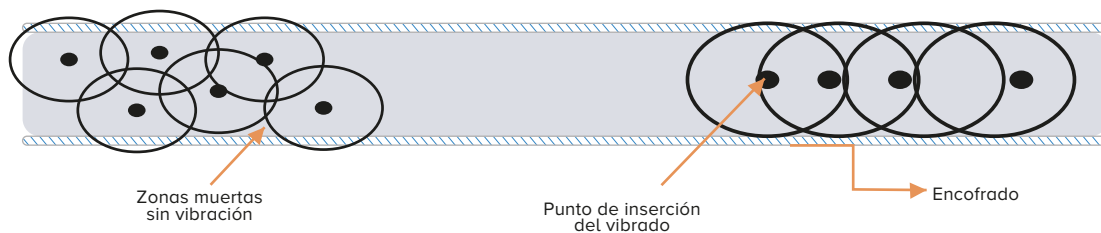
descarga. También es muy importante el correcto vibrado del concreto. Este proceso se hace con ayuda de un vibrador de aguja, el cual debes insertar correctamente en el concreto para lograr que toda la mezcla se consolide dentro del elemento. Te daremos algunos consejos para un correcto vibrado (figura 18):

- Debes ingresar el vibrador de forma perpendicular al elemento. No lo ingreses inclinado.



**Figura 18:** Ingreso del vibrador al elemento de concreto.

- El campo de acción del vibrador es de 8 veces el diámetro de su cabeza. Esto es importante para que determines los puntos donde debes insertar el vibrador (figura 19).



**Figura 19:** Puntos de inserción del vibrador

- Recuerda que la función del vibrador es sacar el aire atrapado dentro del concreto; no debe usarse para acomodar la mezcla o llenar los espacios vacíos. El exceso de vibración puede segregar la mezcla. Debes suspender el vibrado cuando no salga más aire en forma de burbujas, la superficie empieza a vibrar, sientas un cambio en la operación del vibrador o escuches un cambio en el sonido de este.

Tan pronto el concreto esté colocado en el pavimento, recórrelo con una llana y utiliza los niveles para lograr los espesores y pendientes requeridos (figura 20). Para realizar el texturizado de la placa de concreto reforzado debes esperar el tiempo suficiente para que la mezcla tenga una consistencia adecuada que permita hacer el rayado (figura 21), sin que el concreto nuevamente llene las líneas (si está muy fresco) o que deteriore la superficie del concreto y se produzca un desprendimiento del material (si está muy endurecido).



**Figura 20:** Nivelación placa huella



**Figura 21:** Estampado placa huella

Cuando termines el proceso de texturizado te recomendamos cubrir la placa-huella con una tela de fique humedecida para permitir el curado del concreto (figura 22). Puedes humedecer periódicamente la tela para conservar la humedad. El curado del concreto consiste en asegurar que este tenga agua disponible en todo su proceso de endurecimiento y ganancia de resistencia para evitar contracciones excesivas que causan fisuras, lograr que todos los componentes del cemento reaccionen y obtener la ganancia de resistencia esperada. No es recomendable realizar el curado tirando agua con una manguera directamente al concreto porque cuando el agua se seca el concreto se contrae (disminuye su volumen), y cuando se moja de nuevo se dilata (aumenta su volumen). Esto causa esfuerzos en el material que podrían también ocasionar fisuras.



**Figura 22:** Curado de pavimento placa huella

### 3.5. Calidad

Aunque existen varias definiciones para el término calidad, usaremos la que relaciona a esta con todas las características que debe tener un producto o servicio para satisfacer las necesidades de un cliente que, en este caso, pueden ser las que están en el contrato, la interventoría, la junta de acción comunal o la comunidad.

Debes procurar que todos los procesos y obras requeridos para tu proyecto queden bien ejecutados y cumplan con criterios de calidad. Por ejemplo, debes controlar la granulometría y compactación de los materiales de relleno, debes usar aceros que cumplan con las especificaciones técnicas del diseño, y preferir proveedores de cemento que te entreguen las declaraciones de desempeño cumpliendo las normas. En el proceso constructivo deberías cumplir con los tipos de acabados, niveles, pendientes y demás requisitos establecidos desde el diseño.

Controlar la calidad en los concretos es quizás el ítem más importante para asegurar la calidad en el pavimento de placa-huella. Por esta razón, queremos contarte los

controles básicos que puedes hacerle al concreto de tu proyecto.

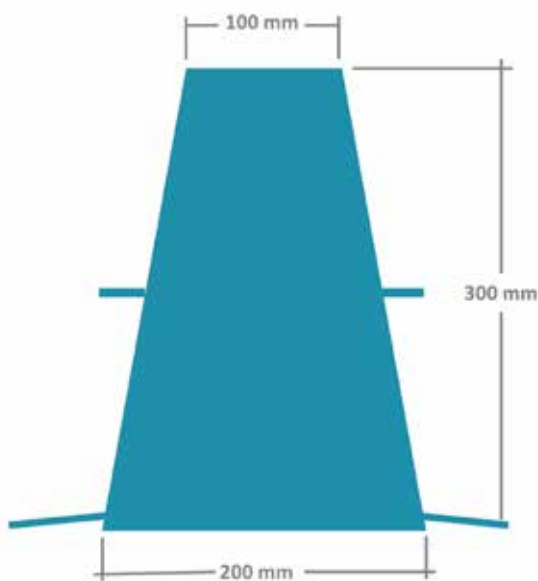
El control de calidad del concreto se hace directamente en la obra. No es correcto referirse a este solo en términos de resistencia a la compresión porque, dependiendo de las necesidades de un proyecto de construcción, existen otras propiedades que definen la calidad de los concretos.

Dependiendo de los requerimientos de diseño que se establecen, se controlan las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido. El concreto en estado fresco presenta una consistencia plástica, que es una característica que se pierde con el tiempo por el aumento de rigidez de la pasta y que es causada por el fraguado. Entre las propiedades básicas en estado fresco que te recomendamos controlar en placa-huella están la manejabilidad, la temperatura y la segregación. Un poco más avanzadas son la densidad, el rendimiento volumétrico, el contenido de aire, la temperatura, la exudación y el tiempo de fraguado, que no son comunes en estos proyectos.

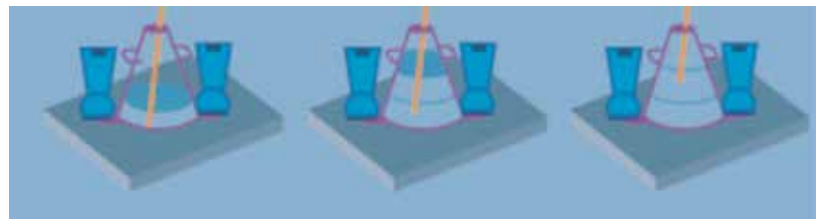
**3.6.1. Manejabilidad:** también se conoce como trabajabilidad. Puede definirse como el grado de facilidad con que un concreto puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado, sin que pierda su homogeneidad (Matallana, 2019). Aunque la manejabilidad es una combinación de varias propiedades, en la práctica, generalmente, se relaciona con la consistencia (que es el grado de humedad y fluidez) y con la plasticidad (que es la capacidad que tiene el concreto de ser moldeado y colocado en estado fresco). La manejabilidad depende de varios factores como la cantidad de agua adicionada a la mezcla, pues a mayor cantidad de agua más fluida será; las características de los agregados y sus cantidades, en especial la relación arena/agregado, y algunos como el uso de aditivos, la temperatura ambiente, la temperatura del concreto y el método de mezclado, entre otros, que se deben considerar a la hora de efectuar el diseño de mezclas.

**3.6.2. Medición de la manejabilidad:** aunque existen diversos métodos para determinar la manejabilidad de las mezclas de concreto, el método más usado es el

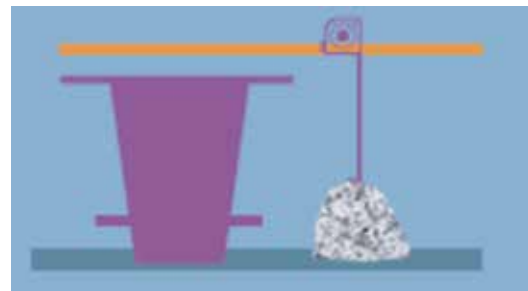
del asentamiento. Este ensayo se hace conforme a normas como la NTC 396. Para esta prueba se utiliza un cono hecho de un material no absorbente, conocido como cono de Abrams (figuras 23 a 25), que se llena de concreto en varias capas, se compacta y enrasa de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma respectiva. Al retirar el molde se genera un asentamiento en el concreto y la diferencia entre la altura del cono y la altura medida sobre el centro de la parte superior de la muestra es el dato que se reporta como asentamiento (figura 11). Para esta prueba, la manejabilidad se considera baja si la medida de asentamiento está por debajo de 4 cm, media si está entre 4 cm y 10 cm y alta si está por encima de 10 cm.



**Figura 23:** Cono de Abrams.



**Figura 24:** Proceso de llenado del cono de Abrams.



**Figura 25:** Medición del asentamiento.

En el enlace <https://alion.com.co/capsulas-alion/> (en la cápsula número 12) te contamos en detalle cuál es la forma correcta de realizar este ensayo de acuerdo con la norma.

**3.6.3. Temperatura:** en clima cálido es posible que la temperatura de los materiales sea elevada, aumentando la temperatura de la mezcla de concreto. La norma para la producción del concreto, NTC 3318, recomienda que la temperatura máxima de una

mezcla, tanto para su preparación como para su colocación, sea de 32° C. Con temperaturas altas se disminuye el tiempo de fraguado de las mezclas, aumenta la cantidad de agua requerida para obtener un asentamiento especificado y existe un mayor riesgo de aumentar el calor de hidratación y, por tanto, que aumente la formación de fisuras. Además, se recomienda utilizar sistemas de enfriamiento para los agregados, y el agua y los aditivos retardantes o estabilizadores para sostener el asentamiento. En el enlace <https://alio.com.co/capsulas-alion/> (en la cápsula 13) encuentras cómo se debe medir la temperatura del concreto fresco.

**3.6.3. Segregación:** la segregación de la mezcla de concreto ocurre cuando la transportas con alta vibración o por largas distancias. Antes de verter el concreto puedes corregirla mezclándola en el coche o carretilla con un palustre hasta que tenga una apariencia uniforme. Durante el vibrado también puede segregarse la mezcla de concreto, lo cual evitas usando de manera apropiada el vibrador.

Entre las propiedades del concreto en estado endurecido se encuentran la resistencia y la durabilidad. Cuando la mezcla alcanza el tiempo de fraguado, el concreto empieza a ponerse rígido e inicia su proceso de endurecimiento y de ganancia de resistencia en el tiempo. Para la construcción de placa-huella lo usual es que se mida y verifique la resistencia a la compresión del concreto a una edad de 28 días. Este ensayo se hace tomando una muestra representativa del concreto cada vez que se fundan 40 m<sup>3</sup>; en caso de fundir menos volumen en un día, se debe tomar por lo menos una muestra diaria, como se establece en la NTC 3318: «Concretos. Producción de concreto». Consulta las especificaciones de construcción de tu placa-huella para los detalles de la frecuencia de muestreo y ensayo del concreto.

Con la muestra de concreto se elaboran unos cilindros que se curan bajo condiciones estándar y generalmente se fallan a 28 días o al tiempo que defina el diseñador estructural. El método usado para determinar la resistencia a la compresión de cilindros se describe en la NTC 673; consiste en aplicar una carga axial de compresión a los especímenes de cilindros, cuidando varios detalles y hasta que

ocurra la falla. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal medida en el espécimen (figura 26).

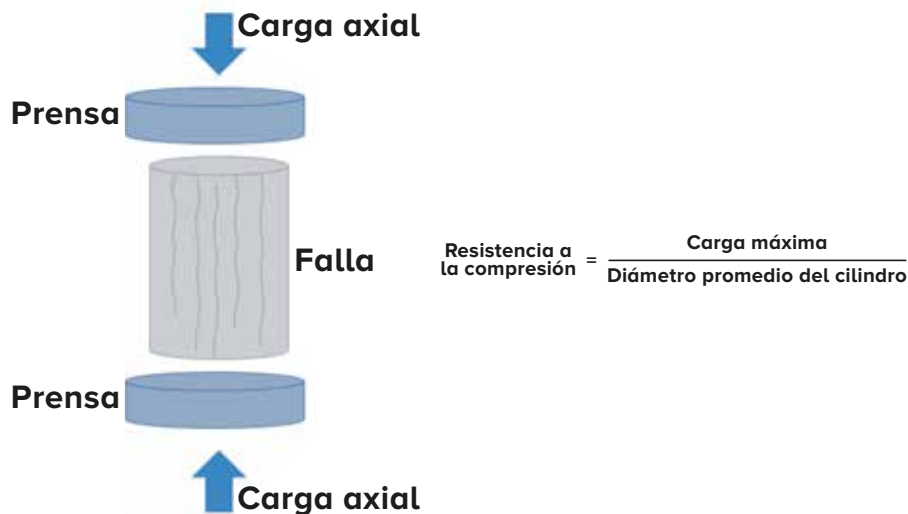


Figura 26: Medición del asentamiento

Los procedimientos para la toma de muestras, elaboración de especímenes cilíndricos de concreto, transporte y curado de especímenes los encuentras en el link <https://alio.com.co/capsulas-alio/> en las cápsulas 11, 14 y 15, respectivamente.

### 3.6. Mantenimiento

El mantenimiento de la placa-huella ocurre luego de la entrega del proyecto. Es una actividad fundamental para asegurar la durabilidad de la vía y que pueda prestar servicio durante el mayor tiempo posible. Las principales actividades que deben realizarse en las placas-huella son:

- Limpieza de las berma-cunetas-bordillos
- Limpieza de alcantarillas y drenajes

- Retiro de pequeños derrumbes sobre la vía
- Poda de árboles o plantas que ingresaron en la vía.

Es fundamental que, desde la planeación del proyecto, se defina quién será el responsable de realizar el mantenimiento y de dónde se obtendrán los recursos para hacerlo. Y que en la entrega se defina un plan de trabajo con actividades, responsables y frecuencias.

Esperamos que el contenido de este manual sea útil para conocer lo importante en la construcción de proyectos de placa-huella, específicamente para una buena producción y control de calidad del concreto.

**Escrito por:**  
**Equipo de soporte técnico de ALIÓN**

Esperamos que este documento te sirva para conocer los aspectos más importantes en el proceso de construcción de una placa huella.

Si tienes dudas, por favor contáctanos a través de nuestra **Línea Siempre Firme o con tu Ejecutivo ALIÓN.**



# Contáctanos



**Línea Siempre Firme:**  
(601) 482 33 55 - (604) 283 61 00



(310) 354 51 83



siemprefirme@alion.com.co



www.alion.com.co

# ALION

 CEMENTOS MOLINS corona