



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

---

## **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

### **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**DEMOSTRACIÓN DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO  
AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA  
REPARACIÓN FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN  
LA CIUDAD LIMA**

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TITULO**

**PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PERALTA VASQUEZ VICTOR RAUL HAYA**

**AUTOR**

**Dr. Ing. MONDRAGÓN CASTAÑEDA CARLOS**

**ASESOR**

**LAMBAYEQUE – PERU**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

## **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**DEMOSTRACIÓN DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO  
AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA  
REPARACIÓN FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN  
LA CIUDAD LIMA**

**PRESENTADO POR:**

.....  
Bach. PERALTA VASQUEZ VICTOR RAUL HAYA  
AUTOR

.....  
Dr. Ing. MONDRAGÓN CASTAÑEDA CARLOS  
ASESOR

**APROBADO POR:**

.....  
ING. WILLIAM RODRIGUEZ SERQUEN  
PREIDENTE DE JURADO

.....  
ING. CARLOS JORGE RAMOS CHIMPEN  
SECRETARIO DE JURADO

.....  
M.Sc. MANUEL ALEJANDRO BORJA SUAREZ  
SECRETARIO E JURADO



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

---

**AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres César y María, hermanos Judith,  
Julio, Yony y Fabiola, y todos quienes  
estuvieron conmigo, por su sacrificio, amor,  
palabras de aliento y apoyo incondicional  
durante todos estos años.*



## **RESUMEN**

Hoy en día existen sustancias que nos ayudan a obtener concreto de mejor calidad y durables en el tiempo, como es el caso de los aditivos; sin embargo, en muchas ocasiones, estos no son utilizados o cuando los utilizan lo hacen de manera equivocada, conllevando al incumplimiento de la función para los cuales fueron creados. Por tal motivo, existen edificios en los que se aprecian que las columnas, vigas, placas, losas y los cimientos presentan problemas como cangrejeras, fisuras, agregado grueso segregado, concreto con bajo slump o muy sueltos. Todo lo mencionado, es posible evitarlo quizás no al 100% pero, sí en gran parte.

Ahora bien, ¿qué sucede si no se pudo prever estos problemas? En estos casos, únicamente, existen dos opciones: demoler la estructura o evaluar, si es posible, una reparación.

El presente informe, “Demostración de la utilización de Mortero Listo Autonivelante y Resinas Epóxicas como solución para la reparación fisuras en 2 edificios de Concreto Armado en la ciudad Lima”, tiene como finalidad demostrar que es posible reparar diferentes tipos de elementos estructurales, bajo una previa evaluación del elemento a tratar. Cabe mencionar que, si bien, en algunos casos se requerirá un margen de inversión, dada la situación del tiempo de entrega de los proyectos, únicamente quedará la opción de reparar la estructura.

Lo que se espera es brindar un alcance de las posibles soluciones a las que uno pueda optar, cuando tenga algún caso como los que se presentarán en el desarrollo del presente informe. Para finalizar, cabe recalcar que siempre existirán problemas en un proyecto, por lo que es mejor prevenirlo.



## **ABSTRACT**

The present report, "Demonstration of the use of Self-Leveling Ready Mortar and Epoxy Resins as a solution for the repair of cracks in 2 reinforced concrete buildings in the city of Lima", aims to demonstrate that it is possible to repair different types of structural elements, under a previous evaluation of the item to be treated. It is worth mentioning that, although in some cases an investment margin will be required, given the situation of the delivery time of the projects, only the option of repairing the structure will remain.

What is expected is to provide a range of possible solutions that one can opt for, when I have a case such as those that will be presented in the development of this report. Finally, it should be emphasized that there will always be problems in a project, so it is better to prevent it.

Today there are substances that help us obtain concrete of better quality and durable over time, as is the case with additives; however, on many occasions, these are not used or when they use them they do it in the wrong way, leading to the breach of the function for which they were created. For this reason, there are buildings in which it is appreciated that columns, beams, plates, slabs and foundations present problems such as crabs, cracks, segregated thick aggregate, concrete with low slump or very loose. Everything mentioned, it is possible to avoid it maybe not 100% but, in large part.

Now, what happens if these problems could not be foreseen? In these cases, there are only two options: demolish the structure or evaluate, if possible, a repair.

**Keywords:** Use of Self-Leveling Ready Mortar and Epoxy Resins as a solution for the repair of cracks



## INTRODUCCIÓN

El hombre por su naturaleza, como otros seres vivos a excepción de las plantas, desde tiempos muy remotos han tenido la necesidad de obtener un refugio, por lo mismo las primeras estructuras consistían en bloques de piedras unidas con barro, los griegos, egipcios y aún más cercano los Incas, descubrieron métodos para trabajar la piedra caliza y poder fabricar cal viva, la misma que después de ser apagada se podía usar en la elaboración de morteros.

En 1824 Joseph Aspin, albañil de Leeds, Inglaterra, patentó una sustancia que llamó cemento portland, nombrado porque el cemento era obtenido del tratado que se hacía a la piedra caliza que se encontraba en las canteras cercanas a Portland, Inglaterra. Después de algunos siglos, se masificó el uso del concreto, dado que, se empezaron a construir puentes, vías férreas, edificios, pavimentos, represas y más. Asimismo, con el paso del tiempo se desarrollaron nuevos métodos de control de calidad y ensayo para llevar a cabo dichos controles.

No obstante, como sucede con toda clase de materiales, existen problemas que generan fallas y riesgos en los proyectos ejecutados. En un concreto estos problemas no ocurren o se presentan como accidentes, siempre existirá una causa del mismo, tales como el uso de material inadecuado, mano de obra no calificada, el medio ambiente al que está sometido o desinterés por la calidad de la construcción.

En este sentido y teniendo en cuenta que, en un proyecto construido en concreto armado, pueden ocurrir diferentes problemas antes de la puesta en servicio del inmueble, se ha elaborado el presente informe para presentar algunas recomendaciones para el resane de las imperfecciones.



## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT .....	V
INTRODUCCIÓN .....	VI
LISTA DE IMÁGINES .....	VIII
LISTA DE GRÁFICOS .....	IX
LISTA DE TABLAS .....	IX
1.1 OBJETIVOS .....	1
1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL INFORME .....	2
<b>2 CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL TEMA .....</b>	<b>4</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	4
2.2 PATOLOGÍAS EN LOSAS Y COLUMNAS CONCRETO ARMADO .....	6
2.2.1 PISOS CON ACABADOS IRREGULARES .....	6
2.2.2 FISURAS Y GRIETAS .....	8
2.2.3 CANGREJERAS .....	17
2.3 PRODUCTOS PARA REPARAR LOSAS CON IMPERFECCIONES .....	23
2.3.1 MORTEROS AUTONIVELANTES .....	23
2.3.2 PUENTE DE ADHERENCIA .....	23
2.3.3 RESINA EPÓXICAS .....	23
2.3.4 RESINA ACRÍLICA .....	24
2.3.5 ADITIVOS .....	24
2.4 PRODUCTOS MÁS COMERCIALES PARA REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS .....	25
2.4.1 RESINAS EPÓXICAS .....	25
2.4.2 RESINA ACRILICA .....	27
2.4.3 MORTERO AUTONIVELANTE .....	28
2.4.4 MORTEROS DE ALTA RESISTENCIA: .....	29
<b>3 CAPÍTULO III: REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO .....</b>	<b>31</b>
3.1 TRATAMIENTO PARA LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO .....	31
3.1.1 IMPERFECCIONES EN LAS LOSAS DE CONCRETO .....	31
3.2 FISURAS EN EL CONCRETO .....	42
3.2.1 FISURAS GENERADAS EN ESTADO PLÁSTICO .....	42
3.2.2 FISURAS GENERADAS EN ESTADO ENDURECIDO .....	51
<b>4 CAPÍTULO IV: CASOS PARA LA DEMOSTRACIÓN .....</b>	<b>62</b>
4.1 PRESENTACIÓN DE CASOS .....	62



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

4.1.1	CASO EDIFICIO HOTEL ALOF – MIRAFLORES .....	62
4.1.1.5	PRESUPUESTO DE REPARACIÓN. ....	72
4.1.2	CASO EDIFICIO SQ ANGAMOS - SURQUILLO .....	73
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
5.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.2	CONCLUSIONES .....	82
5.3	RECOMENDACIONES.....	82
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>83</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>
7.1	INFORME LABORARIO DE MATERIALES .....	84

## LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 2.1:	COLMATACIÓN DE CONCRETO EN UN SOLO PUNTO.
IMAGEN 2.2:	LOSA CON ACABADO IRREGULAR
IMAGEN 2.3:	FISURA POR CONTRACCIÓN
IMAGEN 2.4:	FISURA ASENTAMIENTO PLÁSTICO
IMAGEN 2.5:	FISURA PRODUCIDA POR CONTRACCIÓN EN ESTADO PLÁSTICO
IMAGEN 2.6:	ESQUEMA DE DISTORSIÓN ANGULAR
IMAGEN 2.7:	CANGREJERA EN TANQUE CISTERNA.
IMAGEN 2.8:	CANGREJERA MURO DE CORTE.
IMAGEN 2.9:	ANTES Y DESPUÉS REPARACIÓN DE CANGREJERA EN MURO DE CORTE
IMAGEN 3.10:	LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE.
IMAGEN 3.11:	APLICACIÓN DEL IMPRIMANTE
IMAGEN 3.12:	PREPARACIÓN DE MORTERO AUTONIVELANTE.
IMAGEN 3.13:	APLICACIÓN DE MORTERO EN PISO.
IMAGEN 3.14:	ESPARCIENDO EL MORTERO
IMAGEN 3.15:	ACABADO FINAL DE APLICACIÓN.
IMAGEN 3.16:	ABRIENDO LA FISURA CON AMOLADORA.
IMAGEN 3.17:	PREPARACIÓN DE MEZCLA EPOXICA.
IMAGEN 3.18:	APLICACIÓN POR GRAVEDAD DE LA RESINA
IMAGEN 3.19:	REMATE DE ABERTURA CON MORTERO EPÓXICO.
IMAGEN 3.20:	INSTALACIÓN DE PUERTOS DE ENTRADA PARA INYECCIÓN.
IMAGEN 3.21	SELLADO EN LA CARAPOSTERIO A FISURA, DE SER PASANTE.





IMAGEN 3.22: INYECCIÓN DE RESINA EXPÓXICA CON APLICADOR MANUAL

IMAGEN 3.23: CORTE DE PUERTOS DE ENTRADA.

IMAGEN 4.24: SUPERFICIE IRREGULAR.

IMAGEN 4.25: ESCARIFICADO DE LOSA

IMAGEN 4.26: DESMOSTRACIÓN DE APLICACIÓN DE IMPRIMANTE

IMAGEN 4.27: PREPARACIÓN DE MORTERO CON MEZCLADOR ELECTRICO.

IMAGEN 4.28: APLICACIÓN DE MORTERO POR MEDIO MANUAL

IMAGEN 4.29: ESPARCIDO DE MORTERO FLÚIDO

IMAGEN 4.30: CURADO CON CURADOR QUÍMICO.

IMAGEN 4.31: ABERTURA DE LA FISURA CON AMOLADORA

IMAGEN 4.32: LIMPIEZA DE LA ABERTURA

IMAGEN 4.33: PREPARACIÓN DE LA RESINA EPOXICA.

IMAGEN 4.34: APLICACIÓN DE MORTERO EN FISURA.

IMAGEN 4.35: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE.

IMAGEN 4.36: ACABADO DE LA REPARACIÓN.

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRAFICO 1.1: CRECIMIENTO INMOBILIARIO EN PERÚ

GRAFICO 2.2: CONSUMO DE CEMENTO MENSUAL

GRAFICO 2.3: EVAPORACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL DEL HORMIGÓN.

## **LISTA DE TABLAS**

TABLA 2.1: DISTORSIÓN ANGULAR MÁXIMA PARA EVALUACIÓN DE  
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

TABLA 2.2: SLUMP RECOMENDADO PARA CADA TIPO DE ESTRUCTURA.

TABLA 2.3: CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS

TABLA 3.4: REQUISITOS DEL ESTÁNDAR ASTM C881 PARA LAS RESINAS  
EPOXICAS QUE SE UTILIZAN PARA LA ADHESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO  
A CONCRETO ENDURECIDO



## CAPÍTULO I: GENERALIDADES

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.OBJETIVO GENERAL**

El propósito de este informe es demostrar la utilización de morteros listo autonivelante y resina epóxicas como las soluciones más eficientes y aceptables para la reparación de losas desniveladas o con imperfecciones y fisuras en losas de concreto armado.

#### **1.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Mostrar los antecedentes de los motivos por el cual se ocasionan la imperfección y fisuramiento en losas de concreto, así como presentar el tratamiento que se debe dar para su reparación.
- Determinar la resistencia a la compresión de los morteros utilizados y comprarlos con los datos que indica el fabricante.
- Realizar un análisis de costos unitarios por reparación de losas desniveladas y reparación de fisuras en concreto.



## 1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

### ❖ Ubicación Política del Proyecto Hotel Alof

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Miraflores

### ❖ Ubicación Política del Proyecto SQ Angamos

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Surquillo

## 1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL INFORME

- Desde el año 1988, según algunos datos estadísticos, el boom inmobiliario ha ido en aumento. La Cámara Peruana del Comercio (en adelante, CAPECO) ha estimado que para el año 2018 crecerá un 3% más respecto del año 2017, tal como se muestra en el gráfico<sup>1</sup>.

---

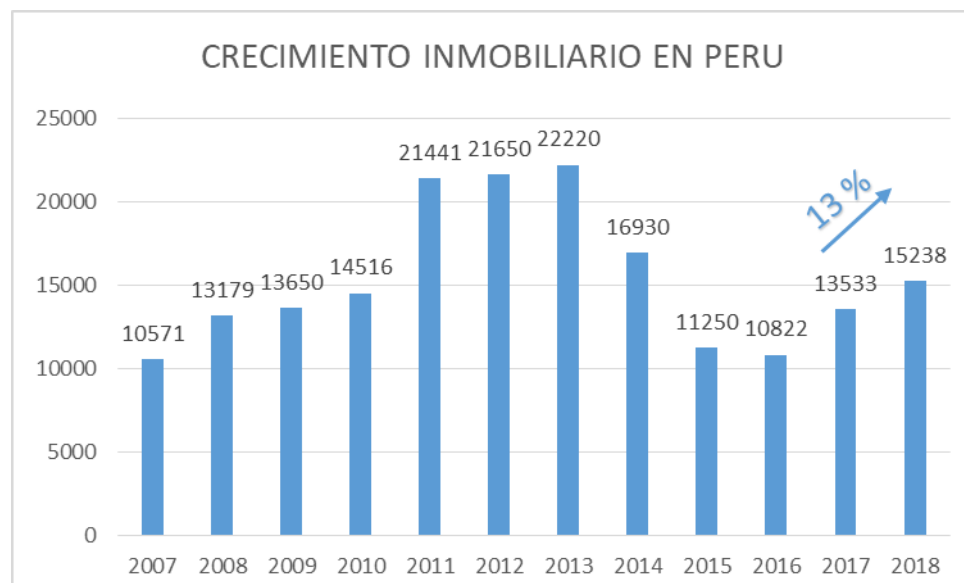
<sup>1</sup> Perú Situación Inmobiliaria 2017. "BBVA Continental"



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

- De allí, nace la importancia de la elaboración del presente informe, dado que, durante el tiempo de mi experiencia profesional en el que he brindado asesorías sobre la aplicación de productos para el rubro de la construcción, he podido identificar distintas patologías que se presentan al momento ejecutar un proyecto inmobiliario, patologías que van desde las más simples hasta las más complejas, las cuales en muchas ocasiones son problemas que pudieron ser prevenidos.

**Gráfico 1.1: Crecimiento inmobiliario en Perú.**



Fuente: Perú Situación Inmobiliaria 2018. "BBVA Continental"

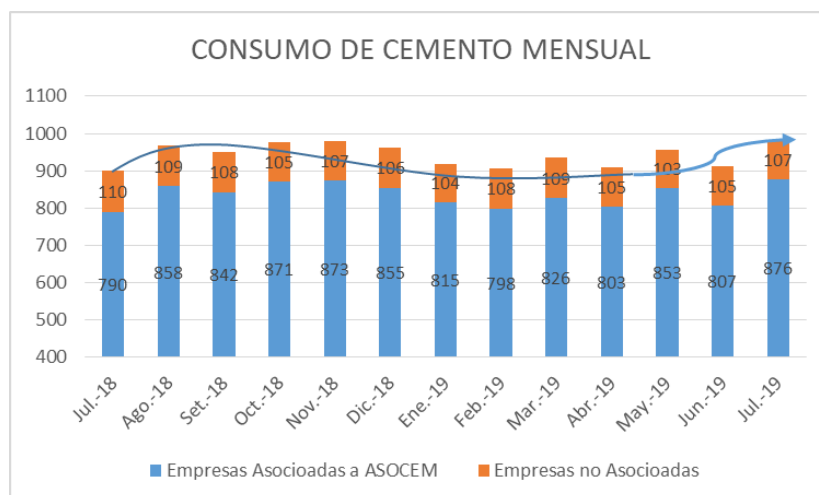


## 2 CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL TEMA

### 2.1 ANTECEDENTES

- La invención del concreto armado se suele atribuir a Joseph-Louis Lambot, que en 1848 produjo el primer barco de concreto armado conocido y lo ensayó en el lago de Besse-sur-Issole, el prototipo original se conserva en el museo de Brignoles. Cabe mencionar que, este barco, fue patentado el 30 de enero de 1855 y presentado en la exposición universal en París, en el mismo año. Asimismo, François Coignet, en 1861, ideó la aplicación en estructuras como techos, paredes, bóvedas y tubos. A su vez, el francés Joseph Monier patentó varios métodos en la década de 1860. Muchas de estas patentes fueron obtenidas por G. A.
- En la actualidad, el consumo de cemento Portland, el cual es principal componente del concreto tiene un consumo promedio mensual de 850mil Toneladas. (Julio 2019 ASOCEM)

**Gráfico 2.2: Consumo de cemento mensual.**



Fuente: Reporte estadístico mensual Julio 2019 ASOCEM



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

---

- Según se puede apreciar, el consumo del cemento se mantiene en el tiempo, por lo que es posible colegir que el consumo del concreto tiene una tendencia similar.
- Partiendo de este punto, es que hacemos una mención importante sobre el uso de concreto para la ejecución de diferentes proyectos inmobiliarios, los cuales tienen una alta demanda en el mercado, se estima que para el 2019 se habrán vendido 17,000<sup>2</sup> viviendas, lo que implica que las empresas inmobiliarias tendrán que realizar un proyecto en el menor tiempo posible.
- En tal caso, en el presente informe presentaremos la problemática que se ha generado en la ejecución de dos proyectos inmobiliarios, logrando al final del informe demostrar la utilización de mortero listo autonivelante y resinas epóxicas como solución para la reparación de losas en 2 edificios de concreto armado.

---

<sup>2</sup> <https://peru21.pe/economia/venta-viviendas-lima-crecera-13-3-2019-estima-scotiabank-nndc-498828-noticia/>



## **2.2 PATOLOGÍAS EN LOSAS Y COLUMNAS CONCRETO ARMADO**

### **2.2.1 PISOS CON ACABADOS IRREGULARES**

La irregularidad en pisos o losas de concreto es una consecuencia básicamente de un mal trabajo de reglaje, vaciado, o la mala colocación del concreto en algunos casos las imperfecciones mostradas pueden ser permisibles, esto dependiendo de la funcionalidad o el acabado que pueda tener las losas o pisos.

#### **2.2.1.1 IRREGULARIDADES GENERADAS EN EL ESTADO PLÁSTICO**

Estas irregularidades son generadas fundamentalmente por una mala ejecución de los procesos constructivos al momento de hacer el vaciado del concreto o al alisar el concreto en estado fresco.

##### **2.2.1.1.1 PISO DESNIVELADO**

Regularmente sucede cuando se inicia el proceso de vaciado del concreto y, a su vez, es colocado inadecuadamente sobre el encofrado, se genera una colmatación y un asentamiento brusco de las partículas del concreto, lo que ocasiona que no todo el concreto sea 100% homogéneo en su mezcla. Asimismo, en caso de no ejecutarse adecuadamente el vibrado del concreto, se obtendrán acabados como los que se muestran a continuación:





**Imagen 2.1: Colmatación de concreto en un solo punto.**

Fuente propia.

#### **2.2.1.1.2 PISOS CON IMPERFECCIONES**

Las imperfecciones en los pisos, tal y como se muestra en la Imagen 2, son muy comunes cuando se hacen vaciado del concreto de manera discontinua.



**Imagen 2.2: Losa con acabado irregular.**

Fuente Propia



## **2.2.2 FISURAS Y GRIETAS**

Las fisuras y grietas en el concreto comúnmente son aberturas que aparecen en los diferentes elementos estructurales de un proyecto, estas suelen aparecer por diferentes motivos, dado que, son consecuencia del sobre esfuerzo al cual es sometido un elemento ya sea en su estado fresco, endurecido, o en el momento del fraguado.

Las fisuras son clasificadas<sup>3</sup> en:

### **2.2.2.1 FISURAS ORIGINADAS EN EL ESTADO PLÁSTICO.**

#### **2.2.2.1.1 FISURAS ORIGINADAS POR LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA**

Este tipo de fisuras son causadas principalmente por la pérdida de agua excesiva en poco tiempo, la misma que se origina por los diferentes factores climáticos como la temperatura o el viento de la zona donde se está ejecutando el proyecto.



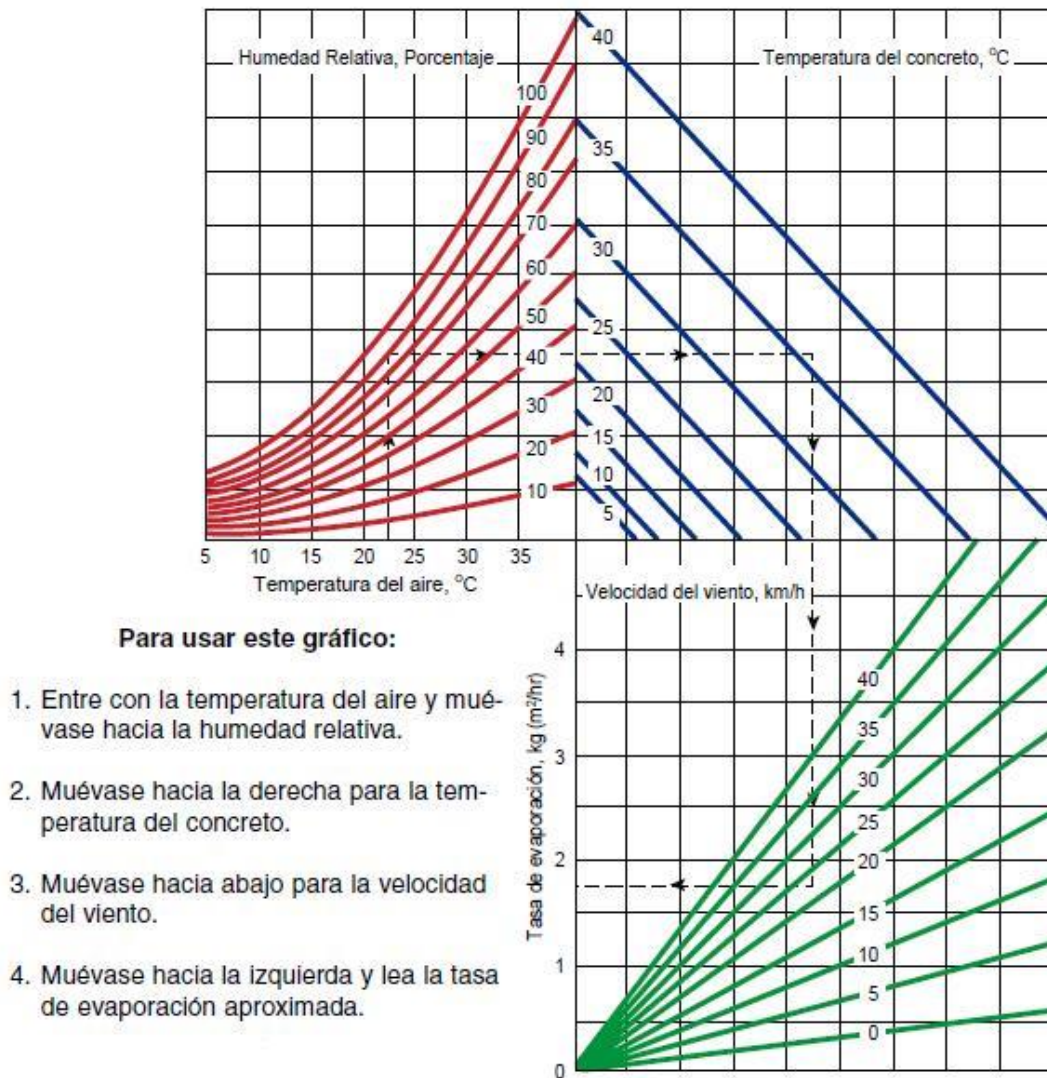
**Imagen 2.3: Fisura por contracción.**

Fuente: Mundo del Hormigón

<sup>3</sup> Toirac Corral, José, Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. Ciencia y Sociedad [en línea] 2004, 29 (enero. Marzo): [Fecha de consulta: 1 de junio de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104> ISSN 0378-7680.

**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

**Gráfico 2.3: Evaporación del agua superficial del concreto.**



Fuente: [ACI Committe 305,1991]



### 2.2.2.1.1.1 CÓMO PREVENIR LAS FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

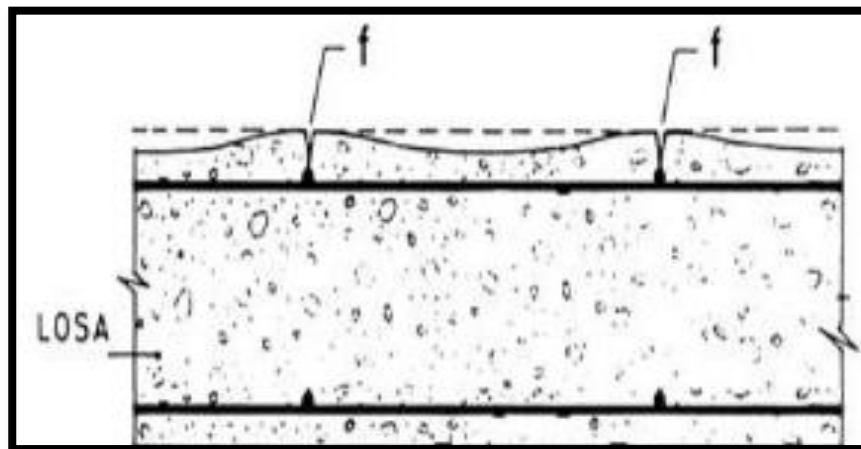
- Como la fisuración por retracción plástica se debe a un cambio diferencial de volumen del concreto, las medidas de control para ser exitosas, requieren reducir el cambio diferencial de volumen entre la superficie y otras partes del concreto.
- Para impedir la rápida pérdida de humedad provocada por el tiempo caluroso y los vientos secos, se pueden adoptar varias medidas descritas en los documentos ACI 224R, ACI 302.1R, ACI 305R; así tenemos<sup>4</sup>:
  1. Uso de boquillas de niebla para saturar el aire en contacto con las superficies.
  2. Uso de láminas plásticas para cubrir las superficies entre operaciones de acabado.
  3. Utilización de rompevientos que reducen la velocidad del viento.
  4. Uso de parasoles para que reducen la temperatura superficial.
  5. Programar la construcción de losas y pavimentos para después que estén contruidos los rompevientos

---

<sup>4</sup> BARLOW, Peter; BARTH, Florian, HANSEN, Will & OTROS. *Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón*, ACI 224.1R-93. American Concrete Institute, 1993

#### **2.2.2.1.2 FISURAS ORIGINADAS POR ASENTAMIENTO PLÁSTICO.**

Las fisuras por asentamiento plástico se generan dado que una vez culminada la ejecución del vaciado de la losa, es decir, vibrado y enlucido, el concreto aún continúa consolidándose; y, durante todo este proceso, en su estado plástico, puede encontrar algunas restricciones como la armadura de acero o el encofrado, si la fisura está relacionada con el acero esta aumentará mientras más acero exista en el elemento, ya que al seguir asentándose esto genera menor recubrimiento, por ende creará una fisura de mayor dimensión que si no es tratada ocasionará la posible corrosión del refuerzo en el futuro.



**Imagen 2.4: Fisura asentamiento plástico.**

Fuente: JohanPintado/agrietamiento-de-fisuras



### **2.2.2.1.2.1 COMO PREVENIR LAS FISURAS POR ASENTAMIENTO PLÁSTICO<sup>5</sup>**

Entre las medidas a aplicar para evitar los asentamientos plásticos están:

- Según el tipo de elemento, se deberá cumplir lo establecido en cuanto a los recubrimientos mínimos de las varillas superiores, evitando también el uso de grandes diámetros.
- En pisos y pavimentos de concreto se evitarán los cambios bruscos de espesores por medio de acartelamientos.
- Disponer de todas las medidas de seguridad para evitar las deformaciones del encofrado, a causa de la presión del concreto fresco.
- En pisos y pavimentos de hormigón se deberá compactar eficientemente la superficie de sustentación.
- Evitar agregados muy absorbentes.
- En vaciados continuos se deberá controlar rigurosamente el revenimiento indicado evitando asentamientos diferenciales plásticos durante el acomodo de la mezcla.

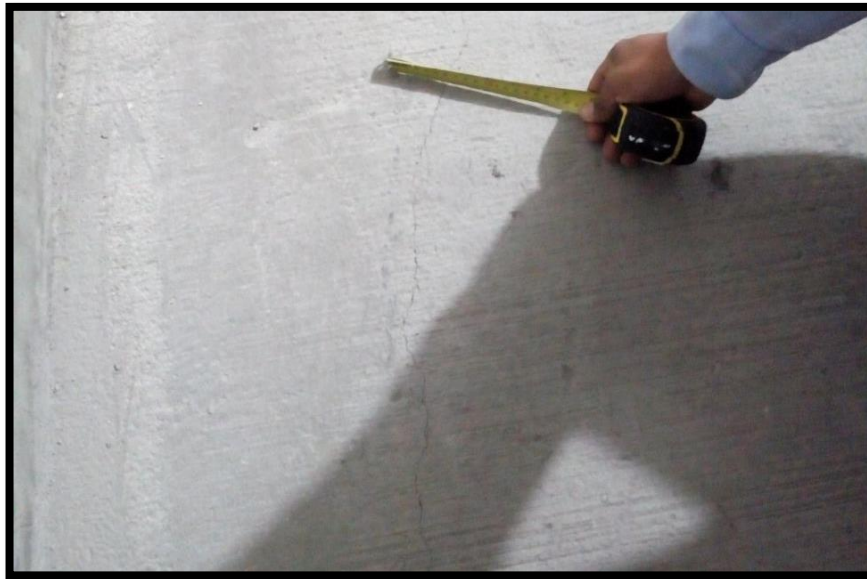
---

<sup>5</sup> Toirac Corral, José, Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. Ciencia y Sociedad [en línea] 2004, 29 (enero. Marzo): [Fecha de consulta: 1 de junio de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104> ISSN 0378-7680.



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- Comúnmente este tipo de fisuras por contracción o asentamiento no son percibidas hasta después de mucho tiempo. La razón es porque al realizar el acabado final de las losas estas fisuras quedan selladas o simplemente no son suficientemente anchas para ser observadas, pero al no ser reparadas a tiempo cuando el concreto se contraiga aún más estas irán creciendo, generando imperfecciones en su acabado.



**Imagen 2.5: Fisura producida por contracción en estado plástico.**

Fuente Propia



## **2.2.2.2 FISURAS ORIGINADAS EN EL ESTADO ENDURECIDO.**

### **2.2.2.2.1 FISURAS ORIGINADAS POR MOVIMIENTOS ESPONTÁNEOS**

Una vez culminada la etapa de fraguado, el concreto inicia su etapa de endurecimiento que puede iniciar a las 3 o 4 horas de iniciado el vaciado, dependiendo del tipo de concreto. En los primeros días de vaciado, el concreto obtiene resistencias principalmente a la tensión muy baja, por lo que es muy propenso a agrietarse.

#### **2.2.2.2.1.1 CÓMO PREVENIR LAS FISURAS POR MOVIMIENTOS ESPONTÁNEOS<sup>6</sup>**

Las medidas para contrarrestar las fisuras por movimiento espontáneos, incluyen las mismas dispuestas para prevenir la contracción plástica, pues el origen es común. En las grandes superficies como pisos y losas se deberán realizar rápidos y eficientes curados para preservar o restituir la humedad.

#### **2.2.2.2.2 FISURAS PRODUCIDAS POR CARGAS QUE ORIGINAN ESFUERZOS.**

Toda estructura de concreto siempre tiene que ser evaluada mediante un análisis estructural donde tiene que ser sometida a las combinaciones de cargas externas existentes, las mismas que nos permiten verificar que cada uno de los elementos estructurales trabajen correctamente a los diferentes esfuerzos de para nuestro caso hablamos de, tracción, flexión, cortante, torsión, con este análisis y la correcta ejecución del proyecto la estructura en teoría deberá estar preparada para dar un servicio seguro y funcional en su vida útil.

---

<sup>6</sup> Toirac Corral, José, Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. Ciencia y Sociedad [en línea] 2004, 29 (enero. Marzo): [Fecha de consulta: 1 de junio de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104> ISSN 0378-7680.



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

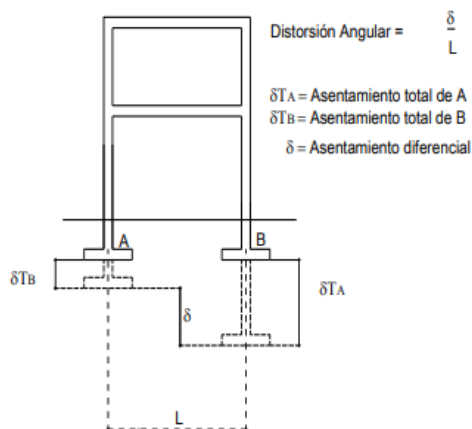
---

Pues del mismo modo, si existiera alguna deficiencia en alguno de los puntos mencionados anteriormente es probable que la estructura sufra algún tipo de daño si se le aplican mayores esfuerzos de los que se utilizó para hacer el diseño, ocasionando así fisuras que pueden poner en peligro la capacidad de la estructura, ocasionando, en algunos casos, el colapso del proyecto.

- Falla por adherencia. -La falta de adherencia entre el acero y el concreto es un problema muy grave en la estructura ya que, si no existe una conexión mecánica entre el concreto y el acero, estos no estarían trabajando en conjunto para soportar los esfuerzos a los que estará sometida la estructura ante un evento, lo más seguro es que ocasione una catástrofe.
- Desplazamientos de armaduras principales. - Las fisuras generadas por desplazamientos en las armaduras principales son aquellas que se generan en donde el esfuerzo a tracción no es tomado por el acero estructural.
- Asentamientos diferenciales en los cimientos. - Cuando una estructura es diseñada, analizada y construida, y en todo el proceso no se ha tomado con mucha seriedad en el Estudio de Mecánica de Suelos, la edificación podría sufrir leves asentamientos diferenciales. Estos asentamientos diferenciales se presenten en toda la estructura al mismo tiempo, pero hay casos en los que no son así, y la estructura se termina asentado en solo algunos apoyos porque lo que esta anomalía hace es que aparezcan fisuras en la edificación.



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**



**Imagen 2.6: Esquema de distorsión angular.**

Fuente: RNE – NTP E.050. Cap. 14

**Tabla 2.1: Distorsión angular máxima para evaluación de asentamiento diferencial.**

<b>DISTORSIÓN ANGULAR = <math>\alpha</math></b>	
<b><math>\alpha = \delta/L</math></b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: RNE – NTP E.050. Cap. 14



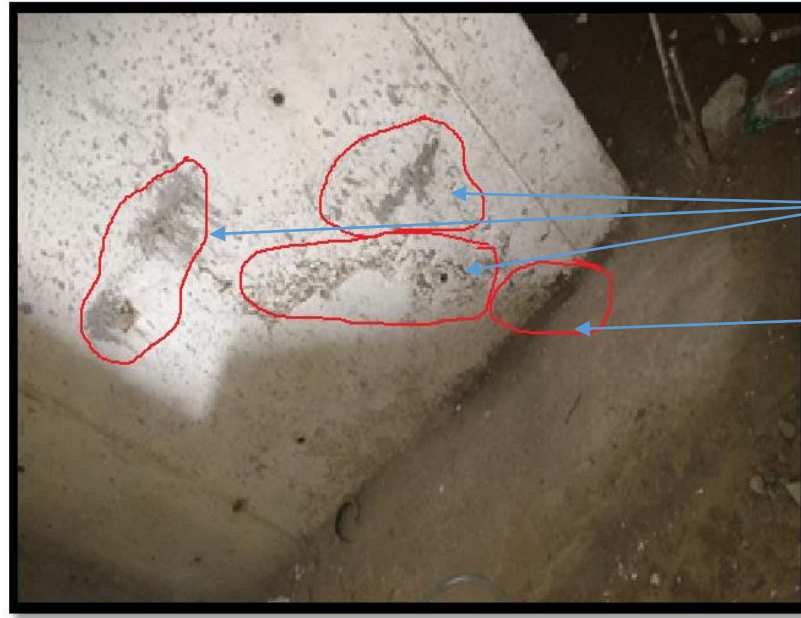
#### **2.2.2.2.1 CÓMO PREVENIR LAS FISURAS POR CARGAS QUE ORIGINAN REFUERZOS**

Este tipo de fisuras son las más fáciles de prevenir, ya que todo está relacionado con lo que puede hacer la mano del hombre, es decir:

- Si realizamos un buen cálculo estructural la edificación no tendría por qué sufrir ningún tipo de daño si se le somete a las cargas para la cual está diseñada.
- Ejecutando de manera correcta los procesos constructivos, con un alto criterio profesional y responsabilidad dado que estas edificaciones más que ser solo edificios van a albergar a seres humanos.
- Utilizando los aditivos correctos para el concreto de manera tal que se ejecute un proyecto de alta calidad y sea capaz de soportar los eventos inesperados de la naturaleza, lluvia, sismo, viento, nieve, etc.

#### **2.2.3 CANGREJERAS**

Las cangrejas en el concreto, es una patología muy común en las estructuras de concreto armado, pero no es algo que se debe de tomar a la ligera. Lo malo de las cangrejas es que se pueden ver una vez que retirado el encofrado del elemento estructural, manifestándose de diferentes formas y tamaños.



Cangrejera el lateral  
del muro de corte

Cangrejeras en la Base  
del Muro de Corte

**Imagen 2.7: Cangrejera en tanque cisterna.**

Fuente Propia

### **2.2.3.1 CANGREJERAS POR REFUERZO EXCESIVO**

- Este tipo de cangrejeras suelen brotar debido a que al momento de realizar el diseño estructural de un elemento, la cuantía máxima del acero en muchas ocasiones queda al límite o, a veces, la sobre pasa, lo que ocasiona que al momento de realizar el vaciado se cree una obstrucción que impide el normal desplazamiento del concreto por todo el encofrado ni permite la correcta adherencia que debería tener el concreto con el acero.

- Recordar que el concreto lleva consigo agregados de diferentes diámetros y basta que haya una obstrucción para que se empiece a formar un vacío dentro del elemento estructural y lamentablemente esto no se observa si no está que se ejecuta el desencofrado.



Cangrejera por mal Vibrado  
y refuerzo excesivo

**Imagen 2.8: Cangrejera muro de corte.**

Fuente: **GeotechTips**

#### **2.2.3.1.1 CÓMO PREVENIR LAS CANGREJERAS POR REFUERZO EXCESIVO.**

- Realizando un correcto análisis y diseño de los elementos estructurales, de tal forma que se deba respetar las Normas de Diseño Estructural, en la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones en los capítulos 9, 11, 12, 14, 18 y 21, trata sobre las consideraciones que se debe tener para obtener la cantidad de refuerzo estructural en distintos elementos de concreto.



- El ACI 10.5.1, 10.5.3 y 10.5.4, permite obtener las siguientes expresiones.

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad a = A_s * \frac{f_y}{0.85 * f_c * b}$$

$$\rho_{bmax} = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y}$$

- Si se sabe qué elemento tendrá una cuantía elevada de acero, prever la utilización de concreto auto-compactante.
- Ejecutar correctamente la acción del vibrado del concreto.

### 2.2.3.2 CANGREJERAS POR CONCRETO CON BAJO SLUMP

- A veces un problema es el diseño del elemento estructural y otras veces el problema radica en el diseño mezcla del concreto, ambos están relacionado para la aparición de esta patología en el concreto, pero la causa principal de la aparición de cangrejeras es la utilización de concreto bajo asentamiento.
- El ACI 375, muestra dos tablas con rango de Slump cuando se utiliza vibrador para consolidar el concreto.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> "Design and Construction of Fixed Offshore Concrete Structures", ACI 375 R. American Concrete Institute. Farmington Hills., MI



Tabla 2.2: Slump recomendado para cada tipo de estructura.

ASENTAMIENTO PARA DIVERSOS TIPO DE ESTRUCTURAS		
Tipo De Estructuras	Asentamiento (Pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas Y Muros De Cimentación Reforzados	3"	1"
Cimentación Simple Y Calzaduras	3"	1"
Vigas Y Muros Armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, Pavimentos Y Losas	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

ASENTAMIENTOS PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	
Tipo De Estructura	Asentamiento Máximo
Construcciones Macizas	2"
Revestimiento De Canales	3"
Losa Horizontal Ligeramente Inclínada	2"
Arcos Y Paredes Laterales De Túneles	4"
Otros Tipo De Estructuras Reforzadas	3"

Fuente: Design and Construction of Fixed Offshore Concrete

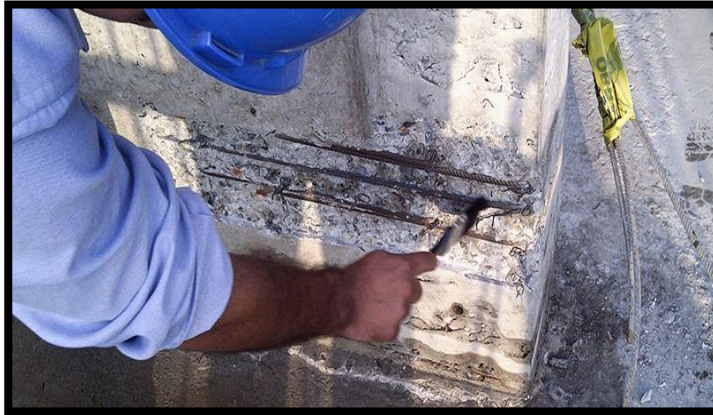
#### 2.2.3.2.1 CÓMO PREVENIR LAS CANGREJERAS POR SLUMP BAJO.

- Realizando una correcta elección del concreto, es decir, que tenga el revenimiento suficiente capaz de poder ingresar en todos los espacios que queden en el encofrado, esto se logra con el uso de aditivos plastificantes o super plastificantes.



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- Considerar en el diseño de elementos estructurales el refuerzo suficiente para que la estructura sea funcional.



Antes



Después

**Imagen 2.9: Antes y después reparación de cangrejera en muro de corte.**

Fuente: Aditivos Especiales



## **2.3 PRODUCTOS PARA REPARAR LOSAS CON IMPERFECCIONES**

### **2.3.1 MORTEROS AUTONIVELANTES**

Los morteros autonivelantes son una mezcla de agregados áridos (arena fina), cemento, agua y aditivos especiales. Su característica principal es la fluidez, propiedad que le confiere la cualidad de poder llegar a nivelarse sobre cualquier superficie, con el simple hecho de tener a su favor la fuerza de la gravedad, para su colocación sobre una superficie requiere un puente de adherencia y pueden tener acabados de diferentes colores y resistencias a la abrasión.

### **2.3.2 PUENTE DE ADHERENCIA.**

Es aquel canal capaz de generar una unión entre dos superficies, para el caso a tratar pueden ser resinas epoxicas o acrílicas, ambas sustancias tienen la propiedad de ocupar cualquier volumen al estar en estado fresco (liquido), pero al pasar a su estado final son sumamente rígidos y son capaces de pegar elementos de concreto ya sean que estén en estado fresco o endurecido.

### **2.3.3 RESINA EPÓXICAS.**

Con este tipo de resinas es posible elaborar recubrimientos que al aplicarlos presentan buena adherencia, flexibilidad, tenacidad, dureza, brillo y resistencia a la abrasión.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> VASQUEZ CUESTAS. Hugo. *Uso de emulsión de base agua como alternativa ecológica.* . Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico, Lima Universidad Nacional de Ingeniería – UNI, 2014





### 2.3.4 RESINA ACRÍLICA.

Resina transparente, en estado fresco es muy soluble en agua pero cuando llega a su estado sólido posee una original tenacidad y resistencia a los agentes químicos es muy común usarla como un adhesivo o primer.

### 2.3.5 ADITIVOS

Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar algunas de sus propiedades<sup>9</sup>.

Tabla 2.3: Clasificación de los aditivos.

CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS	
TIPO	DESCRIPCION
TIPO A	REDUCTOR DE AGUA
TIPO B	RETARDADOR DE FRAGUADO
TIPO C	ACELERADOR DE FRAGUADO
TIPO D	REDUCTOR DE AGUA Y RETARDADOR
TIPO E	REDUCTOR DE AGUA Y ACELERANTE
TIPO F	REDUCTOR DE AGUA DE ALTO EFECTO
TIPO G	REDUCTOR DE AGUA DE ALTO EFECTO Y RETARDADOR

Fuente: Norma Técnica ASTM C-497

<sup>9</sup> NORMA ITINTEC 339.086.



## 2.4 PRODUCTOS MÁS COMERCIALES PARA REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS

### 2.4.1 RESINAS EPÓXICAS

- Z POX O UNIVERSAL.- Es un adhesivo Epóxico que contiene 100% resina pura sin color ni cargas, se presenta en dos componentes resina (A) y endurecedor (B). (Z aditivos).
- Z POX BV.- Resina epóxica al 100% de donde componentes. Está compuesto por 3 partes de resina y 1 parte de endurecedor. (Z aditivos).
- SIKADUR®-35 HI-MOD LV.- Es un adhesivo con base en resina epóxica, multiusos, de alta resistencia, baja viscosidad, insensible a la humedad, de dos componentes, 100% sólidos. (Sika).
- COLMAFIX®-32.- Adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas, libre de solventes. Usado para la unión de concreto o mortero fresco con concreto o mortero endurecido, piedra, acero, fierro, asbesto - cemento y madera. (Sika).
- PER-POX 32.- Es un adhesivo bi-componente a base de resinas epóxicas con 100% de sólidos libre de solventes. Es especial para adherir mezclas a base de cementos a superficies de concreto correctamente preparadas y limpias. Consta de dos componentes, Parte "A" resina y Parte "B" catalizador. Cumple con la norma ASTM 881 TIPO I, II, IV, V GRADO 2 CLASE B Y C. (Aditivos Especiales).



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- PER POX 52 BV.- Es un adhesivo a base de resinas epóxicas 100% solidos libre de solventes. Es especial para adherir mezclas a base de cementos a superficies de concreto correctamente preparadas y limpias. Primer para adherencia de sellos elastómeros de poliuretano, neopreno, jebe, en juntas de losas y canales. (aditivos especiales)
  - Consta de dos componentes, Parte “A” resina Parte “B” endurecedor. Por su excelente fluidez se utiliza para inyecciones de grietas y fisuras así como también como base para confeccionar morteros epóxicos. (Aditivos Especiales).
- PER POX 20.- Es un adhesivo a base de resinas epóxicas libre de solventes de fraguado lento. Es especial para adherir mezclas a base de cementos a superficies de concreto correctamente preparadas y limpias. Además, consta de dos componentes, Parte “A” resina Parte “B” endurecedor. (Aditivos Especiales).
- PANIBOND CR 50.- Resina inyectable epóxica de baja viscosidad que penetra en las grietas capilares más finas restaurando la integridad estructural del concreto. Resistente y tolerante a la humedad. (Mapei).



#### 2.4.2 RESINA ACRILICA

- IMPRIMANTE P.- imprimante y sellador para concreto transparente, compatible con acabados Epóxicos. (Z aditivos).
- PEGA LATEX.- EGA-LATEX.- Es una dispersión polimérica acuosa acrílica compuesta de micro partículas de polímeros sintéticos especialmente diseñado para mejorar la adherencia y otorga ventajas a los morteros de cemento y concreto.
  - Aumenta la flexibilidad en las mezclas de cemento. Mejora la adhesividad, cohesión resistencia a la tensión compresión y flexión de materiales base cemento. (Aditivos Especiales).
- SIKACRYL®-150.- Sellante acrílico para fisuras y uniones en interiores, mono-componente a base de dispersión acrílica, auto soportante, de rápido secado y altamente pintable. (Sika).
- ADHESIVE CONCRETE BONDING.- Aditivo de látex concentrado de un solo componente sirve para pegar concreto nuevo con concreto viejo y ayuda a reducir la formación de grietas. Cabe decir que cuando se mezcla con materiales de cemento es adecuado para reparaciones de concreto prefabricado, moldeado en sitio o pretensado. (Aditivos Especiales).
- PLANICRETE AC.- Es un aditivo de látex concentrado de un solo componente sirve para pegar concreto nuevo con concreto viejo y reducir la formación de grietas. Cabe decir que cuando se mezcla con materiales de cemento es adecuado para reparaciones de concreto prefabricado, moldeado en sitio o pretensado. (Mapei).



### 2.4.3 MORTERO AUTONIVELANTE

- SIKAFLOOR®-81 EPOCEM®.- Mortero fluido, autonivelante, de tres componentes con base mortero cementicio y resina epóxica. Libre de solventes. Está compuesto por Sikafloor® EpoCem® Modul (comp A+B) y Sikafloor®-81 EpoCem® comp. C. (Sika).
- AUTONIVELANTE ESPESOR DELGADO +3MM NOVOPLAN 2 PLUS.- Autonivelante, alta resistencia 300kg/cm<sup>2</sup>, es de fraguado rápido, aplicación de losetas en 24 horas se aplica sobre concreto, losetas, tablones de madera etc. Se aplica desde 3 mm hasta 2.5 cm. (Mapei).
- AUTONIVELANTE ESPESOR GRUESO +1CM MAPECEM.- Es un mortero nivelante y enrasador para el recrecido de pisos de concreto de un solo componente, contracción compensada, resistencia a la compresión y a la flexión y de curado rápido. Permite la instalación de autonivelantes, losetas de cerámico, madera, PVC, alfombra, después de 4 horas. (Mapei).
- AUTONIVELANTE ESPESOR GRUESO +2CM THOMSIT.- Fácil de aplicar. Autonivelante transitable en 4-5 horas, rápido fraguado. Buena resistencia final. Baja generación de polvo durante el mezclado. (Mapei).



#### 2.4.4 MORTEROS DE ALTA RESISTENCIA:

- CHEMA REP: Es un mortero a base de cemento, microsílíce, agregados de granulometría controlada, fibras sintéticas, inhibidor de corrosión y aditivos especiales los cuales le brindan altas resistencias mecánicas, contracción controlada y baja permeabilidad. Ideal para reparaciones en elementos estructurales de concreto y albañilería. (Chema Perú).
- CHEMA GRUOT: Es un mortero cementicio sin contracciones para rellenos de precisión y anclaje. Su fórmula a base de cemento, áridos de granulometría controlada y aditivos especiales le dan propiedades de gran fluidez, control del volumen, altas resistencias a la compresión, a los impactos, abrasión y a la vibración de maquinaria. Debido a sus propiedades expansivas no presenta contracción, manteniendo el volumen inicial del vaciado. CHEMA GROUT cumple con las especificaciones de la Norma ASTM C-1107 grado C. (Chema Perú).
- SIKA GROUT 212: Es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros y componentes metálicos. Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez. No presenta retracción una vez aplicado en anclajes o bajo placas de asiento debido al efecto expansor que se produce en la mezcla. La expansión residual que se presenta es de aproximadamente 1%. (Sika Perú).



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

- SIKA REP: Es un mortero pre-dosificado de alta calidad, de un componente listo para usar con solo agregar agua, tiene características tixotrópicas que permite ser usado sobre cabeza sin escurrir, está basado en aglomerantes cementicios, fibras sintéticas, micro sílice, aditivos especiales y agregados inertes de granulometría controlada. (Sika Perú).
- ZETA GROUT: Es un aditivo listo para usar de color gris cemento resistente a la abrasión, adecuadamente dosificado para controlar los cambios de volumen ASTM C 989, ASTM – 937, ASTM C-938. (Zeta Aditivos).
- PLANIGROUT 712: Es una lechada aprobada por el Departamento de Transporte (DOT, por sus siglas en inglés), a base de cemento, de un solo componente, que no se contrae ni contiene metal y que cumple con las normas CRD C621 y ASTM C1107. *Planigrout 712* contiene un inhibidor de corrosión y humo de sílice, así como una mezcla especial de áridos finos y plastificantes que proporcionan características de aplicación y rendimiento excepcionales. (Mapei).



### **3 CAPÍTULO III: REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO**

#### **3.1 TRATAMIENTO PARA LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO**

##### **3.1.1 IMPERFECCIONES EN LAS LOSAS DE CONCRETO.**

Como se menciona en el capítulo anterior las diferentes irregularidades que se pueden presentar en las losas de concreto se deben básicamente a una mala ejecución del proceso constructivo. Para brindar una solución óptima, se ha viabilizado la reparación con productos que tengan propiedades iguales o similares a la losa en cuestión.

##### **3.1.1.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL TRATAMIENTO DEL DESNIVEL DE UNA LOSA:**

**Para reparación de tamaño pequeño mediano (hasta 50 m2).**

- ✓ Cubetas de mezclado
- ✓ Taladro batidor de baja revoluciones
- ✓ Rodillo de goma con púas
- ✓ Rastillo de goma con púas de hasta 20mm
- ✓ Brocha o rodillo de pintura





### **Para reparación de proyecto grande donde el área es mayor a 50 m<sup>2</sup>**

- ✓ Mezcladora de mortero en seco.
- ✓ Mangueras de bombeo.
- ✓ Rodillo de goma con púas.
- ✓ Zapato o botas con planta de púas.
- ✓ Rastillo de goma con púas de hasta 20mm.
- ✓ Brocha o rodillo de pintura.

#### **3.1.1.1.1 Caso 1: Cuando sólo se desea nivelar un piso por paños.**

##### *Paso 1: Preparar la superficie.*

- Las superficies de hormigón deben prepararse por medios mecánicos como granallados o escarificados con el fin de eliminar la lechada superficial y obtener una superficie de poro abierto y texturado.
- Limpiar la superficie del polvo, agua, grasas y partículas sueltas; se puede hacer por medio aspirado, soplado o barrido, el más recomendado es por medio de aspirado, ya que así evitaremos levantar mucho el polvo que puede ser dañino para la salud.
- Procurar que quede lo más limpia posible de partículas sueltas.



*Paso 2: Aplicación del imprimante.*

- Dosificar el puente de adherencia según las indicaciones de los fabricantes.
- En los manuales de instalación de distintas marcas como SIKA, MAPEI, CHEMA, CELIMA, sostienen que: el puente de adherencia será de base acrílica y en caso hubiera fisuras o concavidades en la losa, estas se deben reparar antes de hacer cualquier proceso.
- Se debe tener cuidado al momento de hacer la imprimación ya que no se debe pisar con un zapato normal la superficie. Además, se debe medir el tiempo para que el imprimante no seque antes de tiempo.

*Paso 3: Preparación del mortero autonivelante.*

- Casi al mismo tiempo que se está haciendo la imprimación, vertemos el mortero en un recipiente y lo dosificamos con agua según las indicaciones del fabricante.
- Batir con el taladro de bajas revoluciones por un lapso de 3 – 5 min hasta conseguir que se homogenice.

*Paso 4: Verter el mortero autonivelante.*

- Cuando el mortero esté listo para aplicar, verter el mortero de adentro hacia fuera, procurando que sea desde un solo lugar.
- Dejar que este fluya por toda el área a aplicar.



- Una vez aplicado, ingresamos a la zona de trabajo con las botas de púas el rastrillo y empezamos a esparcir por lo lugares donde haya llegado.

*Paso 4: Terminado.*

- Por último, para darle un mejor acabo, ingresamos con el rodillo de púas y lo pasamos por toda la superficie con la intención de retirar el aire atrapado dentro de la mezcla.
- Se deja secar por un lapso de 24 horas para darle un tránsito normal.

**3.1.1.1.2 Caso 2: Cuando se desea nivelar un piso en áreas grandes.**

*Paso 1: Preparar la superficie.*

- La superficie de concreto debe prepararse por medios mecánicos, como granallado o escarificado con el fin de eliminar la lechada superficial y obtener una superficie de poro abierto y texturada.
- Limpiar la superficie del polvo, agua grasas y partículas sueltas, se puede hacer por medio aspirado, soplado o barrido, el más recomendado es por medio de aspirado, ya que así evitaremos levantar mucho el polvo que puede ser dañino para la salud.
- Procurar que quede lo más limpia posible de partículas sueltas.



*Paso 2: Aplicación del imprimante.*

- Dosificar el puente de adherencia, según las indicaciones de los fabricantes.
- En los manuales de instalación de distintas marcas como SIKA, MAPEI, CHEMA, CELIMA, sostienen que: el puente de adherencia será de base acrílica y en caso hubiera fisuras o concavidades en la losa, estas se deben reparar antes de hacer cualquier proceso.
- Se debe tener cuidado al momento de hacer la imprimación ya que no se debe pisar con un zapato normal la superficie, medir lo tiempo para que el imprimante no seque antes de tiempo.

*Paso 3: Preparación del mortero autonivelante.*

- Casi al mismo tiempo que se está haciendo la imprimación mezclamos mecánicamente usando una proporción de mezcla adecuada según las indicaciones del fabricante, con un mezclador de mortero y bomba, al menos con una manguera de 42 m de largo.
- Para asegurar la mezcla y flujo del mortero autonivelante, pruebe el material mezclado en el extremo de la manguera de la bomba en una pequeña superficie.



*Paso 4: Verter el mortero autonivelante.*

- Cuando el mortero esté listo para aplicar, verter el mortero de adentro hacia fuera, procurando que sea desde un solo lugar.
- Dejar que este fluya por toda el área a aplicar.
- Una vez aplicado, ingresamos a zona de trabajo con las botas de púas el rastrillo, y empezamos a esparcir por lo lugares donde haya llegado.

*Paso 5: Terminado.*

- Por último, para darle un mejor acabado, ingresamos con el rodillo de púas y lo pasamos por toda la superficie con la intención de retirar el aire atrapado dentro de la mezcla.
- Se deja secar por un lapso de 24 horas para darle un tránsito normal.

**3.1.1.1.3 Caso 3: Cuando se desee reparar losas con socavaciones que superen los 5cm.**

- Para vertimientos cuya profundidad supere los 5 cm (2 pulgadas), instale primero sobre la superficie saturada un agregado no reactivo o gravilla que estén limpios, lavados y secos, cuya medida sea de 3 a 10 mm (1/8 a 3/8 de pulgada) de diámetro, hasta máximo la mitad de la profundidad del relleno total. Vierta mortero listo autonivelante sobre el agregado, y rastrille con fuerza para asegurar total contacto y adherencia al sustrato.

**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- Como alternativa, durante la mezcla puede añadir directamente al contrapiso autonivelante hasta un 30% del peso total en agregado. Vierta de inmediato 6 mm (1/4 de pulgada) adicionales de mortero listo autonivelante sobre el agregado rastrillado para proporcionar una superficie lisa y nivelada.

Nota: Utilice únicamente agregados limpios, lavados, secos y estables. No utilice piedra caliza u otros agregados potencialmente reactivos para la extensión.

- Las aplicaciones de segundas capas de mortero autonivelante requieren que la superficie de la primera capa esté saturada usando un imprimante acrílico <sup>10</sup>.

**Pasos para la aplicación demostrados gráficamente.**

**Paso 1: Preparación de la superficie.**



**Imagen 3.10: Limpieza de la superficie.**

Fuente Propia

<sup>10</sup> Manual de Aplicación Ultraplan m20 Plus, Versión: abr. 27. 2018 - MAPEI.

*Paso 2: Aplicación del Imprimante.*



**Imagen 3.11: Aplicación del imprimante**

Fuente Propia

*Paso 3: Preparación de Mortero autonivelante*



**Imagen 3.12: Preparación de mortero autonivelante.**

Fuente Propia



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

*Paso 4: Vertido de Mortero autonivelante.*

*Paso 5: Terminado*



**Imagen 3.13: Aplicación de mortero en piso.**

Fuente Propia



**Imagen 3.14: Esparciendo el mortero**

Fuente Propia

**Resultado:**



**Imagen 3.15: Acabado final de aplicación.**

Fuente Propia

### 3.1.1.2 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Para la ejecución de la partida completa se tiene que hacer en 3 pasos por separado.

Partida	01.01.01 PREPARACION DE LA SUPERFICIE CON MEDIO MECANICOS						
Rendimiento	M2/DIA	50.0000	EQ. 1OP+1PF+0.5PE	Costo unitario directo por : M2		9.67	
	HT:	8.0000					
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		H-H	1.0000	0.160	16.800	2.69
	OFICIAL		H-H	1.0000	0.160	13.430	2.15
	PEON			0.5000	0.080	12.030	0.96
	Equipos						5.80
	HERRAMIENTA		%MO		2%	5.80	0.12
	Equipo de fresado manual para pavimento de concreto, con sistema de aspiración.		h-m	-	0.130	15.54	2.02
	Grupo electrógeno insonorizado, trifásico, de 45 kVA de potencia.		h-m	-	0.131	13.22	1.73
							3.87



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

Partida	01.01.02 IMPRIMACION DE LA SUPERFICIE						
Rendimiento	M2/DIA	80.0000	EQ. 1.5 OF	Costo unitario directo por :		17.68	
	HT:	8.0000		M2			
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OFICIAL			H-H	1.5000	0.1500	13.43	2.01
							2.01
Materiales							
IMPRIMANTE ACRYLICO COMO PUENTE DE ADHERENCIA			GAL		0.1667	91.90	15.32
							15.32
Equipos							
HERRAMIENTA			%MO		2%	17.33	0.35
							0.35

Partida	01.01.03 VACIADO Y CURADO DEL MORTERO AUTONIVELANTE E=10 MM						
Rendimiento	M2/DIA	100.0000	EQ. 1.5 OP + 1.5 OF	Costo unitario directo por :		52.52	
	HT:	8.0000		M2			
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			H-H	1.5000	0.1200	16.80	2.02
OFICIAL			H-H	1.5000	0.1200	13.43	1.61
							3.63
Materiales							
AGUA			m3		0.0050	2.50	0.01
Mortero a base de cemento hidráulico, modificado con polímeros, color gris. Bolsa de 25 kg, Red. 1.25m2. Para E= 10 mm.			bl		0.8000	54.00	43.20
Líquido de curado incoloro formado por disolución de resinas sintéticas					0.1500	16.27	2.44
Equipos							45.65
HERRAMIENTA			%MO	-	2%	49.28	0.99
Mezcladora-bombearora para morteros autonivelantes.			h-m	-	0.08	28.12	2.25
							3.24



## **3.2 FISURAS EN EL CONCRETO**

Como se mencionó en el capítulo IV, las fisuras en concreto se ocasionan por diferentes motivos, por lo tanto, lo primero que se debe realizar es lo siguiente:

### **3.2.1 FISURAS GENERADAS EN ESTADO PLÁSTICO.**

#### **3.2.1.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR**

##### **Para proyectos de tamaño pequeño a mediano (hasta 930 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Cubetas para mezclado, taladro, paletas mezcladoras Escobillones de goma planos, escobas o rodillos
- ✓ Latas pequeñas o botellas plásticas para verter la resina en las grietas individuales.
- ✓ Esmerilador y compresor de aire.

##### **Para proyectos grandes (mayores de 930 m<sup>2</sup> (10,000 pie<sup>2</sup>))**

- ✓ Cubetas para mezclado, taladros, paletas mezcladoras
- ✓ Tanques para mezclado con una barra rociadora (bombas de baja presión, sin atomización)
- ✓ Escobillones de goma planos, escobas o rodillos
- ✓ Esmerilador y compresor de aire.

##### **3.2.1.1.1 Caso 1: Cuando la fisura se manifiesta de manera superficial, no son pasantes y tiene un espeso menor a 1mm.**



*Paso 1: Mezclar la resina Acrílica.*

- Antes de preparar la superficie, mezcle la resina acrílica según las Instrucciones del fabricante, estas resinas de un solo componente.

*Paso 2: Preparación de la superficie.*

- Hacer una guía con una amoladora a los largo de todas las fisuras.
- Limpiar la superficie a tratar con un escobillón o aplicando aire a presión.

*Paso3: Vierta la resina.*

- Vierta la resina sobre toda guía efectuada con la amoladora de manera tal que se genere un estancamiento.
- Continúe rellenando las fisuras hasta que ya no acepten más resina.
- Para las aplicaciones por inundación, inicialmente distribuya la resina de manera uniforme sobre la plataforma y luego haga penetrar la resina sobre las grietas.
- Utilice escobillones de goma planos para superficies lisas y utilice escobas o rodillos para superficies irregulares o estañadas.

*Paso 4: Examine el relleno.*



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

- Busque si hay signos de penetración como es el caso de burbujas de aire escapando de las grietas a medida que la resina desplaza al aire.
- El mínimo tiempo de penetración deberá ser de 20 a 30 minutos. También, estar consciente que pueden pasar varios minutos antes de que la resina haya penetrado por completo las grietas estrechas, y que requieran todavía más resina.

Paso 5: Retire el exceso de resina.

- Una vez que las grietas han sido llenadas hasta que no aceptan más resina, retire el exceso con un escobillón de goma plano.

Paso 6: Secado

- Deje secar la resina por un lapso de 24, esta se volverá rígida y sellara todo fisura que se encuentre en su camino.

**3.2.1.1.2 Caso 2: Cuando la fisura se manifiesta de manera tal que son pasantes y son mayores a 1 mm.**

Paso 1: Preparar la superficie.



- Hacer una guía con una amoladora a lo largo de todas las fisuras.
- Limpiar la superficie a tratar con un escobillón o aplicando aire a presión.
- Si las grietas corren a todo lo largo y la parte posterior de la plataforma o losa está accesible, selle la parte inferior de las grietas, al menos temporalmente, para prevenir la pérdida de resina (vea RAP-1S - ACI).

*Paso 2: Mezcle la resina Epóxica.*

- Mezcle la resina epoxica según las Instrucciones del fabricante.
- Debemos tener en cuenta el tiempo de vida útil en estado fresco de la resina, esto puede variar entre 20 a 45 min. Obedeciendo lo indicado en la ficha técnica de cada producto y las condiciones ambientales.

*Paso 3: Vierta la resina.*

- Vierta el material mezclado (dentro de la vida útil de la mezcla de la resina) sobre la parte superior de las grietas y deje que penetre.
- Continúe rellenando las grietas hasta que ya no acepten más resina, de ser necesario debe apoyarse con un escobillón de cerda gruesa para ayudar con la penetración a lo largo de la fisura.

*Paso 4: Examine el relleno.*





"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

---

- Busque si hay signos de penetración como es el caso de burbujas de aire escapando de las grietas a medida que la resina desplaza al aire.
- El mínimo tiempo de penetración deberá ser de 20 a 30 minutos. También, esté consciente que pueden pasar varios minutos antes de que la resina haya penetrado por completo las grietas estrechas, y que requieran todavía más resina.

*Paso 5: Retire el exceso de resina.*

Una vez que las grietas han sido llenadas hasta que no aceptan más resina, retire el exceso con un escobillón de goma plano.

*Paso 6: Sellado de la Fisura.*

- Debemos preparar una pasta epóxica o mortero epóxico, aplicado arena fina dentro del recipiente donde se encuentra la resina epoxica, en proporción de 1:5 (resina: arena), de tal forma que podamos crear una pasta.
- Luego de un periodo de 20 a 30 minutos de la última aplicación, resanamos la abertura que hicimos con la amoladora, aplicando el mortero que hemos elaborado.



*Paso 7: Acabado liso (si se desea).*

- Después de que el polímero ha curado por completo, se retira el exceso y esmerile hasta obtener una superficie lisa.
- Tenga cuidado de no inhalar los vapores durante el esmerilado de los polímeros.

***¿Cómo debo verificar la reparación para ambos casos?***

Deben realizarse pruebas de control de calidad en obra para verificar:

- Las propiedades de la resina – tomadas en forma de prismas curados (método ASTM D495).
- Reparaciones estructurales, se debe tomar prismas y sigue el método de la ASTM C496, “Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto.”

### 3.2.1.2 PASOS PARA LA APLICACIÓN DEMOSTRADOS GRÁFICAMENTE.

#### Paso 1: Preparación de la superficie.



**Imagen 3.16: Abriendo la fisura con amoladora.**

Fuente Propia

#### Paso 2: Mezcla de la resina epóxica.



**Imagen 3.17: Preparación de mezcla epoxica.**

Fuente Propia

*Paso 3: Vertido de resina.*



**Imagen 3.18: Aplicación por gravedad de la resina**

Fuente Propia

*Paso 6: Sellado de la Fisura.*



**Imagen 3.19: Remate de abertura con mortero epóxico.**

Fuente Propia



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

### 3.2.1.3 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

La ejecución de esta partida se realiza en tres etapas.

Partida	<b>01.03.01 APERTURA DE FISURA CON AMOLADORA HASTA 10MM</b>						
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>100.0000</b>	<b>EQ. 100.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>2.12</b>	
	<b>HT :</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
	OFICIAL		H-H	1.8750	0.1500	13.43	2.01
							<b>2.01</b>
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA		%MO		5%	2.01	0.10
							<b>0.10</b>
Partida	<b>01.03.02 LIMPIEZA DE FISURA MEDIANTE INYECCION DE AIRE</b>						
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>150.0000</b>	<b>EQ. 150.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>4.81</b>	
	<b>HT :</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
	OFICIAL		H-H	4.6875	0.2500	13.43	3.36
							<b>3.36</b>
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA		%MO		2%	3.36	0.07
	Equipo de chorro de aire a presión.		h-m	-	18%	7.86	1.38
							<b>1.45</b>
Partida	<b>01.03.03 COLOCACION DE RESINA EN FISURA POR GRAVEDAD</b>						
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>100.0000</b>	<b>EQ. 100.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>28.92</b>	
	<b>HT :</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
	OPERARIO		H-H	1.8750	0.1500	16.80	2.52
	OFICIAL		H-H	2.5000	0.2000	13.43	2.69
							<b>5.21</b>
	<b>Materiales</b>						
	Lechada fluida de dos componentes a base de resina epoxica kg				0.5000	45.74	22.87
							<b>22.87</b>
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA		%MO		3%	28.08	0.84
							<b>0.84</b>



### 3.2.2 FISURAS GENERADAS EN ESTADO ENDURECIDO.

#### 3.2.2.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR

- ✓ Un equipo para la inyección de resinas epóxicas con sistemas de alta o baja presión que incluya:
- ✓ Pistolas de aire
- ✓ Sistemas de suministro activados manualmente
- ✓ Cápsulas accionadas por resortes
- ✓ Cápsulas accionadas por globo.

*Nota: Manual del ACI en su Boletín RAP – 1S, hace referencia en la tabla 1 a los requisitos del estándar ASTM C 881 para la selección de las resinas epoxicas que se utilizan para la adhesión de concreto endurecido a concreto endurecido<sup>11</sup>.*

##### 3.2.2.1.1 Caso 1: Cuando la fisura en el concreto es pasante y requiere de un tratamiento por inyección. Por lo general este tipo de fisuras son estructurales.

*Paso 1: Elegir la resina epóxica correcta.*

Para secciones de concretos mayores de 305 mm (12 pulg.), se puede necesitar un tiempo de aplicación mayor con una viscosidad menor, conforme la grieta disminuye de tamaño. Además de los criterios utilizados en la (Tabla 3) para la

<sup>11</sup> KEANE, Brian. "Reparación de Grietas Estructurales Por Inyección Resinas Epóxicas. *American Concrete Institute*, Boletín 1 del RAP del ACI.



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

selección de la resina epóxica, también deberán considerarse las siguientes características del producto:

- Módulo de elasticidad (rigidez).
- Tiempo de trabajabilidad de la mezcla epóxica.
- Tolerancia a la humedad.
- Color.
- Resistencias a la compresión, flexión y tensión.

**Tabla 3.4: Requisitos del estándar ASTM C881 para las resinas epóxicas que se utilizan para la adhesión de concreto endurecido a concreto endurecido.**

	Tipo I*	Tipo IV*
<b>Viscosidad ,Pa´s (Centipoises)</b>		
Grado 1 (viscosidad baja), Máxima	2.0 (2000)	2.0 (2000)
Grado 1 (viscosidad baja), Mínima	2.0 (2000)	2.0 (2000)
Máxima	10 (10,000)	10 (10,000)
<b>Consistencia , mm (pulg)</b>		
Grado 3 (sin escurrimiento), Máxima	6.0 (1/4)	6.0 (1/4)
Tiempo de gelificación , minutos	30	30
<b>Resistencia a la adhesión, mínimo , MPa (psi)</b>		
2 días, curado en húmedo***	7.0 (1000)	7.0 (1000)
14 días, curado en húmedo	10.0 (1500)	10.0 (1500)
Absorción, 24 horas máximo , %	1	1
<b>Temperatura de deflexión por calor, °C ( °F)</b>		
7 días mínimo	-	50 (120)
<b>Coefficiente lineal de retracción</b>		
Al curar, máximo	0.005	0.005
<b>Resistencia a la fluencia bajo compresión, MPa (psi)</b>		
7 días mínimo	55.0 (8000)	70.0 (10,000)
Módulo de compresión, mínimo	1000 (150,000)	1400 (200,000)

\*Tipo 1: para usarse en aplicaciones que no están bajo carga.





"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

Resistencia a la tensión, 7 días mínimo	35.0 (5000)	50.0 (7000)
Elongación a la ruptura, mínimo, %	1	1

\*\*Tipo IV: para usarse en aplicaciones que soportan carga.

Fuente: ASTM C881, Standard Specification for Epoxy Resin Base Bonding Systems for Concrete.

\*\*\*Los sistemas curados por humedad deben someterse a prueba, ensamblando las secciones que se van a adherir antes de sumergirlas en agua.

*Paso 1: Instalación de los puertos de entrada.*

Los puertos de entrada pueden ser cualquier dispositivo similar a un tubo que permite la transferencia efectiva de la resina epóxica bajo presión en la grieta.

- Colocar las boquillas de manera vertical a lo largo de toda la grieta, se puede taladrar en la grieta con una broca sección mayor a la de las boquillas, con el fin de poder ubicarlas correctamente.
- El espaciamiento entre los puertos es típicamente de 200 mm (8 pulg.) de centro a centro, con un espaciamiento mayor para grietas más anchas.
- El espaciamiento de los puertos puede también depender del espesor del elemento de concreto.

Instale los puertos de entrada únicamente después de haber preparado la superficie en forma adecuada, es decir que esté libre de polvo y humedad.

*Paso 2: Instale el sello extremo de la losa y lateral de las boquillas*



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

- Preparar una mezcla de resina epóxica tipo gel que exista en el mercado, seguir las indicaciones del fabricante, este gel deberá cumplir con lo siguiente requisitos:
  - Consistencia sin escurrimiento (para elementos verticales o “sobre-cabeza”)
  - Tolerancia a la humedad
  - Tiempo de trabajabilidad de la mezcla epóxica
  - Rigidez (módulo de elasticidad).
- Sellar con una espátula haciendo presión tratando de que ingrese la mayor cantidad de gel en la fisura.
- Dejar secar según las indicaciones del fabricante.
- Procurar que este sellado sea 100% hermético ya que al momento de hacer la inyección si este paso no está bien ejecutado podríamos arruinar todo el trabajo.

En algunas ocasiones las variaciones de temperatura y las vibraciones en el concreto pueden hacer que estos sellos se agrieten, en caso ocurriera eso se debe reparar el sello antes de proceder con la inyección.

*Paso 3: Inyecte la resina epóxica.*

- Para una inyección exitosa de la resina epóxica, empiece con una dosificación y mezclado adecuados de los componentes epóxicos apegándose estrictamente a los requisitos del fabricante.



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- Antes de iniciar con la inyección, asegúrese que el sello externo y el adhesivo del adaptador del puerto se hayan curado adecuadamente de tal forma que puedan soportar las presiones de inyección.
- En una grieta horizontal inicie la inyección en la sección más ancha de la grieta. (Asegúrese de localizar y marcar estas áreas antes de instalar el sello externo.) Comúnmente, las grietas verticales son inyectadas de la parte inferior hacia la parte superior.
- Continúe con la inyección en una boquilla hasta que se rebose la que esta contigua. Si un puerto adyacente empieza a rebosar, tape el puerto que se está inyectando y continúe la inyección en el puerto más lejano del que este brotando resina.
- Las grietas capilares internas en ocasiones no son muy adecuadas para repararse por “bombeo hasta el rebose”. En esos casos, trate de inyectar la resina epóxica a una presión mayor (aproximadamente 1.3 MPa (200 lb./pulg.2)) por 5 minutos. También deberá considerar un espaciamiento menor de los puertos.

*Paso 4: Retire los puertos y el sello extremo.*

- Al terminar el proceso de inyección, retire los puertos y el sello externo por calentamiento, cinceland o esmerilando.
- Si la apariencia no es objetada por el cliente, el sello externo puede dejarse en su lugar. Si se requiere quitarlo por completo para aplicar



posteriormente un recubrimiento más estético, prepare la superficie de concreto por esmerilado.

### **¿Cómo debo verificar la reparación para ambos casos?**

Para asegurar que la inyección se ha realizado exitosamente, se pueden usar medidas de aseguramiento de la calidad que incluyan muestras de prueba o evaluaciones no destructivas (NDE, siglas en ingles).

#### **Método de evaluación destructiva “Prismas de prueba”**

- Deberán seleccionarse las ubicaciones de los primas para evitar cortar el acero de refuerzo, perforar para obtener muestras en áreas de esfuerzos críticos o creando orificios por debajo del nivel de agua.
- El ingeniero debe determinar las ubicaciones de los primas cuando existan estas condiciones.
- Asegúrese que la resina epóxica ha fraguado antes de extraer un prima.
- Tome primas (normalmente de 50 mm [2 pulg.] de diámetro) para verificar que la penetración de la resina epóxica es adecuada.
- Se pueden realizar pruebas adicionales en los corazones para determinar la resistencia a compresión y a la tensión por compresión diametral según el estándar ASTM C42.
- Subsecuentemente, repare el área de donde se retiró el corazón (después de una preparación adecuada de la superficie) con un material cementante expansivo o

"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

un grout epóxico compatible con el sustrato de concreto existente y el medio que lo rodea.

**Métodos para la evaluación no destructiva:**

- Impacto por ondas sonoras (impact echo, IE, siglas en ingles)
- Velocidad de pulso ultrasónico (ultrasonic pulse velocity, UPV, siglas en ingles).
- Análisis del espectro de las ondas superficiales (spectral analysis of surface waves, SASW, siglas en ingles).<sup>12</sup>

**3.2.2.2 PASOS PARA LA APLICACIÓN DEMOSTRADOS GRÁFICAMENTE.**

*Paso 1: Elegir la Resina Adecuada.*

*Paso 2: Instalación de los puertos de entrada.*



**Imagen 3.20: Instalación de puertos de entrada para inyección.**

Fuente Propia

<sup>12</sup> "Guide for Verifying Performance of Epoxy Injection of Concrete Cracks," 1998, ICRI Technical Guideline No. 03734.

**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

**Paso 3: Instale el sello extremo de la losa y lateral de las boquillas**



**Imagen 3.21 Sellado en la cara posterior de la fisura pasante.**

Fuente Propia

**Paso 4: Inyecte la resina epóxica**



**Imagen 3.22: Inyección de resina epóxica con aplicador manual**

1 a 58 | 82

Fuente Propia

*Paso 5: Retire los puertos y el sello extremo*



**Imagen 3.23: Corte de puertos de entrada.**

Fuente Propia

### 3.2.2.3 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

La ejecucion de esta prtdida se realiza en 4 etapas.

Partida	<b>01.02.01 APERTURA DE FISURA CON AMOLADORA HASTA 10MM</b>						
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>100.0000</b>	<b>EQ. 100.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>2.12</b>	
	<b>HT :</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
	OFICIAL		H-H	1.8750	0.1500	13.43	2.01
							<b>2.01</b>
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA		%MO		5%	2.01	0.10
							<b>0.10</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

---



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

Partida	<b>01.02.02</b>	<b>LIMPIEZA DE FISURA MEDIANTE INYECCION DE AIRE</b>					
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>160.0000</b>	EQ. <b>160.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>4.81</b>	
	<b>HT:</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
	OFICIAL	H-H	5.0000	0.2500	13.43	3.36	
						<b>3.36</b>	
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA	%MO		2%	3.36	0.07	
	Equipo de chorro de aire a presión.	h-m	-	0.1760	7.86	1.38	
						<b>1.45</b>	
Partida	<b>01.02.03</b>	<b>COLOCACION DE INYECTORES EXTREMOS CADA 20 CM CON ADHESIVO EXPOXICO</b>					
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>24.0000</b>	EQ. <b>100.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>59.84</b>	
	<b>HT:</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
	OPERARIO	H-H	1.9500	0.6500	16.80	10.92	
	OFICIAL	H-H	2.1000	0.7000	13.43	9.40	
						<b>20.32</b>	
	<b>Materiales</b>						
	Tapón inyector externo.	und		5.0000	1.20	6.00	
	Inyector externo.	und		5.0000	3.90	19.50	
	Adhesivo tixotrópico de dos componentes a base de r kg			0.4250	30.23	12.85	
						<b>38.35</b>	
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA	%MO		2%	58.67	1.17	
						<b>1.17</b>	
Partida	<b>01.02.04</b>	<b>INYECCION DE RESINA EN FISURA, REPARACION DE LOSAS</b>					
Rendimiento	<b>M/DIA</b>	<b>50.0000</b>	EQ. <b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : M		<b>55.49</b>	
	<b>HT:</b>	<b>8.0000</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
	OPERARIO	H-H	1.0938	0.1750	16.80	2.94	
	OFICIAL	H-H	4.6875	0.7500	13.43	10.07	
						<b>13.01</b>	
	<b>Materiales</b>						
	Lechada fluida de dos componentes a base de resina kg			0.6000	65.50	39.30	
						<b>39.30</b>	
	<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTA	%MO		5%	52.31	2.62	
	Equipo de inyección manual de morteros fluidos y re: h-m		-	13%	4.24	0.56	
						<b>3.18</b>	



## **4 CAPÍTULO IV: CASOS PARA LA DEMOSTRACIÓN**

### **4.1 PRESENTACIÓN DE CASOS.**

#### **4.1.1 CASO EDIFICIO HOTEL ALOF – MIRAFLORES.**

##### **4.1.1.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.**

El edificio Hotel Alof, aún en construcción, se encuentra ubicado en la ciudad de Lima, en el distrito de Miraflores, el proyecto está siendo ejecutado por la Empresa COSAPI, tiene como supervisión a la empresa JE.

- En el piso 12, 13, 14 del edificio en algunos ambientes ocurrió un evento en particular, los pisos habían sido rematados de manera inadecuada, lo que hacía parecer que no se realizaron los trabajos correctamente.
- La supervisión observó esta eventualidad y solicitó al contratista que lo reparara, caso contrario no permitiría ejecutar la siguiente partida.
- El contratista solicitó a varios postores proponer la mejor solución a su problema, en ese momento como Empresa Chema nos hicimos presentes.

##### **4.1.1.2 PRODUCTOS A UTILIZAR.**

- Chema listo piso autonivelante. - Mortero pre dosificado listo para usar.
- Chema Weld.- Es un imprimante acrílico de color lechoso, utilizado como puente de adherencia.



Pasos para la aplicación.

#### **4.1.1.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR**

- ✓ Mezcladora manual de morteros
- ✓ Brocha de cerda gruesa
- ✓ Recipiente de 1 galón
- ✓ Recipiente de 8 galones
- ✓ Taladro roto martillo de bajas revoluciones
- ✓ Escoba, aspiradora o compresor de aire.
- ✓ Zapato o botas de púas
- ✓ Rastrillo o jalador de goma



#### **4.1.1.4 APLICACIÓN DE MORTERO AUTONIVELANTE EN EDIFICIO HOTEL ALOF.**

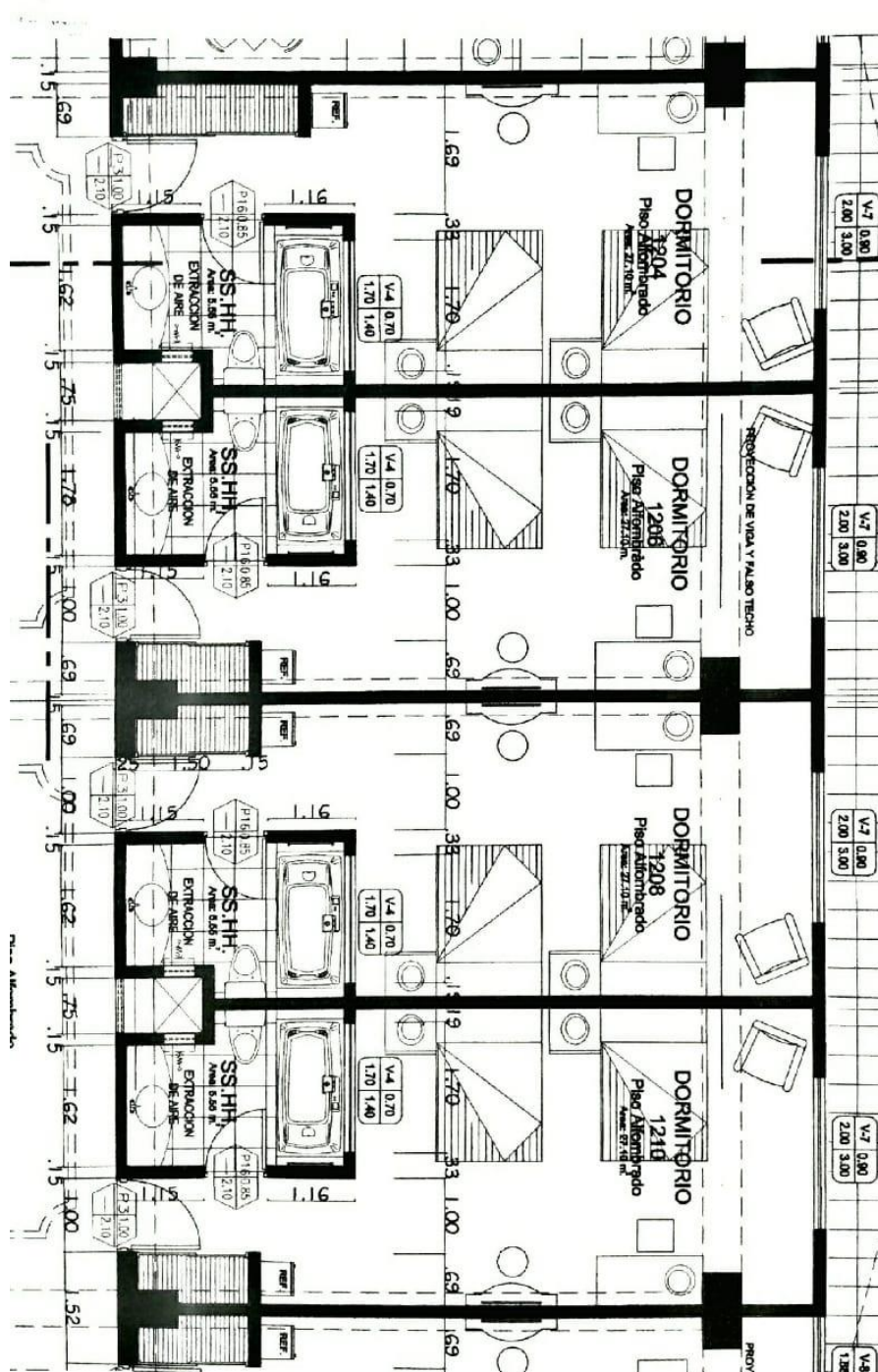


**Fachada 4.1: Vista de fachada principal hotel ALOF.**

Fuente Propia



**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**



**Plano 4.1: Vista en planta del lugar de trabajo.**

Fotografía tomada del plano de obra

#### 4.1.1.4.1 PASO 1. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.

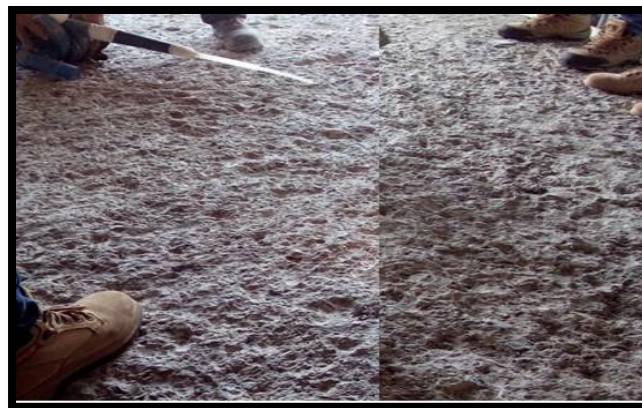
- Se procede a escarificar la superficie y limpiar completamente todas las partículas sueltas.



**Imagen 4.24: Superficie irregular.**

Fuente Propia

- El proceso de escarificado se realizó de manera mecánica con taladro roto martillo, la limpieza se hizo con aire comprimido.



**Imagen 4.25: Escarificado de losa.**

Fuente Propia



#### 4.1.1.4.2 PASO 2. APLICACIÓN DEL IMPRIMANTE.

**Preparación De Chema Weld.** Chema Weld es un imprimante acrílico de color lechoso, viene listo para usar, únicamente se vacía del envase a un recipiente se procede a aplicar sobre la superficie.

- Se aplica sobre la superficie hasta cubrir completamente la zona de trabajo.

Nota: no dejar pasar mucho tiempo para el vaciado del mortero, el imprimante tiene que estar pegajoso al tacto antes de colocar el producto autonivelante, de no seguir esta recomendación, probablemente no exista una buena unión entre los sustratos.



Imagen 4.26: Demostración de aplicación de imprimante.

Fuente Propia

#### **4.1.1.4.3 PASO 3. PREPARACIÓN DEL MORTERO.**

- El Chema listo piso autonivelante es un mortero pre dosificado que solo requiere agua para su preparación.
- Vertimos 6.25 lt de agua por cada bolsa de 25 kg en el recipiente de 8 galones, se puede preparar hasta dos bolsas por vez.
- Batimos con el mezclador de morteros por un lapso de 3 – 5 minutos, hasta obtener una pasta homogénea y fluida, al momento de batir se procura no introducir mucho aire a la mezcla.



**Imagen 4.27: Preparación de mortero con mezclador eléctrico.**

Fuente: Banco de fotos propias

#### **4.1.1.4.4 PASO 4. APLICACIÓN DE LA MEZCLA.**

- Se verifica que el puente de adherencia este pegajoso al tacto, es muy importante prever los tiempos de para el vaciado del mortero, ya que si el puente adherencia ya está seco, se debe volver a aplicar una segunda mano.
- Una vez verificado el puente adherencia, se procede con el vertido de todo el mortero, si hace falta preparar varias tandas de manera continua de tal forma que se haga un vaciado sin interrupciones, hasta completar con toda la superficie.



**Imagen 4.28: Aplicación de mortero por medio manual.**

Fuente: Banco de potos propias

#### **4.1.1.4.5 PASO 5: TERMINADO DE LA SUPERFICIE.**

- Para darle un acabado final, se ingresa con una botas de púas y un jalador, para tratar de esparcir el producto a los lugares donde no haya llegado, en caso necesito más producto agregar más mientras esta fresco.
- Por ultimo pasamos el rodillo de púas por toda el área de trabajo, esto con el fin de retirar todo el aire atrapado.



**Imagen 4.29: Esparcido de mortero fluido.**

Fuente Propia

#### **4.1.1.4.6 PASO 6: CURADO DE LA SUPERFICIE.**

- Después de 6 horas de aplicado Chema listo piso autonivelante se procede con el curado, lo recomendable es hacer con el curado convencional, con agua, pero por medio de un pulverizador para evitar la saturación excesiva.
- Después de las 24 horas la superficie estará lista para ser transitada



**Imagen 4.30: Curado con curador químico.**

Fuente: m2 Ingeniería Perú



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

#### 4.1.1.5 PRESUPUESTO DE REPARACIÓN.

NIVELACION DE PISOS CON MORTERO AUTONIVELANTE E=10 MM					
ítem	DESCRIPCION	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.00.	REPARACION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO				
01.01.	NIVELACION DE PISOS CON MORTERO AUTONIVELANTE E=10 MM				
01.01.01	AUDITORIO				3612.104
01.01.01.01	PREPARACION DE LA SUPERFICIE CON MEDIO MECANICOS	M2	45.23	9.667	437.248
01.01.01.02	IMPRIMACION DE LA SUPERFICIE	M2	45.23	17.678	799.566
01.01.01.03	VACIADO Y CURADO DEL MORTERO AUTONIVELANTE E=10 MM	M2	45.23	52.516	2375.290
01.01.02	SALA DE RECEPCION				2815.093
01.01.02.01	PREPARACION DE LA SUPERFICIE CON MEDIO MECANICOS	M2	35.25	9.667	340.769
01.01.02.02	IMPRIMACION DE LA SUPERFICIE	M2	35.25	17.678	623.142
01.01.02.03	VACIADO Y CURADO DEL MORTERO AUTONIVELANTE E=10 MM	M2	35.25	52.516	1851.182
01.01.03	PASADISO 12, 13, 14 PISO				4417.900
01.01.03.01	PREPARACION DE LA SUPERFICIE CON MEDIO MECANICOS	M2	55.32	9.667	534.790
01.01.03.02	IMPRIMACION DE LA SUPERFICIE	M2	55.32	17.678	977.935
01.01.03.03	VACIADO Y CURADO DEL MORTERO AUTONIVELANTE E=10 MM	M2	55.32	52.516	2905.175
SUB TOTAL					10845.097
IGV				18%	1952.118
TOTAL					12797.215



#### 4.1.2 CASO EDIFICIO SQ ANGAMOS - SURQUILLO.



Fachada 4.2 Fachada en construcción edificio SQ ANGAMOS.

Fuente Propia





DPTO

Tipo 1  
2° Etapa



72.29 m<sup>2</sup>

03 Dorms + 02 Baños + Sala Comedor + Cocina + Lavandería



\*Las imágenes, planos, áreas y medidas mostradas son referenciales y están sujetas a cambios sin previo aviso durante la ejecución del proyecto. Asimismo los elementos decorativos, acabados y mobiliario son propuestas y apreciaciones del artista gráfico que no se incluyen en el precio de venta y no comprometen a la sociedad promotora.

#### Plano 4.2: Distribución de Dep. Tipo 1 edificio SQ ANGAMOS

Fuente: Pagina de Proyecto



#### **4.1.2.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

- En este proyecto dentro de las varias patologías que se encontraron las que fueron tratadas por nosotros son las fisuras en las losas de concreto, teniendo que: 12.35 m la losa del sótano 2, 18.45 m en la losa del sótano 3, 16.25 m, en losa del piso 5, 12.57 m en losa de piso 6.
- Los 2 primeros pisos del proyecto están designado a ser áreas comerciales, y los pisos superiores serán departamentos.
- Como se mencionó en el capítulo III, consideramos 2 métodos de reparación de fisuras en losas, método de reparación por gravedad y método de reparación por inyección.

#### **4.1.2.2 PRODUCTOS A UTILIZAR.**

- Chema epox Endur BV.- Pegamentos epóxico de dos componentes pero de muy baja viscosidad capaz de ingresar en todas la fisuras que haya en camino.
- Área fina.

#### **4.1.2.3 EQUIPOS A UTILIZAR**

- ✓ Batidor manual de resinas epoxicas
- ✓ Espátulas
- ✓ Envase con pico delgado
- ✓ Recipiente de 1 galón
- ✓ Amoladora
- ✓ Escobillón, aspirado o compresor de aire.

#### **4.1.2.4 APLICACIÓN DE RESINA EPÓXICA PARA LA REPARACIÓN.**

##### **4.1.2.4.1 PASO 1. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.**

- Identificamos bien el tipo de fisura que se generó, para elegir la correcta forma de proseguir con el tratamiento.
- Procedemos a abrir la fisura con la amoladora de manera tal que hagamos una guía a lo largo de toda la fisura.



**Imagen 4.31: Abertura de la fisura con amoladora.**

Fuente Propia

- Procedemos con la limpieza total de la fisura, debemos procurar que este libre especialmente de polvo y partículas sueltas.



**Imagen 4.32: Limpieza de la abertura.**

Fuente Propia

#### **4.1.2.4.2 PASO 2. PREPARACIÓN DE CHEMA EPOX ENDUR BV.**

- Chema epox Endur BV, es una resina epóxica de dos componente y su preparación se realiza mezclando 1 parte de A (resina) y 3 parte de B (catalizador).



**Imagen 4.33: Preparación de la resina epóxica.**

Fuente Propia

**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- Colocamos ambos componente en el base de galón y procede a mezclar de manera muy lenta hasta obtener un líquido transparente y homogéneo
- El rendimiento aproximado para este producto es muy variable, depende mucho de la utilización que se le dé, así que solo se debe preparar lo necesario ya que tiene una vida útil de 30 minutos, pasado este tiempo el producto comienza a secar y su uso ya no es recomendado.

#### **4.1.2.4.3 PASO 3. APLICACIÓN DE CHEMA EPOX ENDUR BV.**

- Una vez que se tiene toda la superficie completamente limpia, procedemos a verte todo mezcla epóxica, de tal manera que pueda descender a lo largo de la fisura por efecto de la gravedad, debemos seguir la guía creada en el proceso de amolado.
- Se saturada la fisura completamente, es de esperar lapsos de 10 a 20 minutos para verificar si necesario aplicar más resina.



**Imagen 4.34: Aplicación de mortero en fisura.**

Fuente Propia

#### **4.1.2.4.4 PASO 4. REMATE DE LA FISURA**

- Si se colmató completamente la fisura ya no recibe más resina epóxica, procedemos a sellar la fisura.
- En un recipiente vertemos un poco de mezcla de Chema epox endur BV y agregamos área en proporción de 5:1 – A:R, hasta formar una pasta homogénea y manejable.
- Con esta pasta proceder a rellenar todo el espacio originado en el proceso de amolado, de tal forma que podamos cubrir completamente la fisura.



**Imagen 4.35: Limpieza de la superficie.**

Fuente Propia





**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

- Por ultimo cuando el sustrato este completamente seco, dependiendo del acabado que se desee, se debe esmerilar y limpiar a solicitud del cliente.
- Para nuestro caso se dejó sin esmerilar.



**Imagen 4.36: Acabado de la reparación.**

Fuente Propia





"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

#### 4.1.2.5 PRESUPUESTO DE REPARACIÓN.

REPARACION DE FISURAS POR GRAVEDAD EN LOSAS DE CONCRETO					
ítem	DESCRIPCION	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.00.	REPARACION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO				
01.01.	REPARACION DE FISURAS EN LOSAS DE CONCRETO POR GRAVEDAD				
01.01.01	SOTANO 2				442.643
01.01.01.01	APERTURA DE FISURA CON AMOLADORA HASTA 10MM	M	12.350	2.115	26.123
01.01.01.02	LIMPIEZA DE FISURA MEDIANTE INYECCION DE AIRE	M	12.350	4.808	59.379
01.01.01.03	COLOCACION DE RESINA EN FISURA POR GRAVEDAD	M	12.350	28.918	357.141
01.01.02	SOTANO 3				661.276
01.01.02.01	APERTURA DE FISURA CON AMOLADORA HASTA 10MM	M	18.450	2.115	39.026
01.01.02.02	LIMPIEZA DE FISURA MEDIANTE INYECCION DE AIRE	M	18.450	4.808	88.708
01.01.02.03	COLOCACION DE RESINA EN FISURA POR GRAVEDAD	M	18.450	28.918	533.542
01.01.03	PISO 5				582.425
01.01.03.01	APERTURA DE FISURA CON AMOLADORA HASTA 10MM	M	16.250	2.115	34.372
01.01.03.02	LIMPIEZA DE FISURA MEDIANTE INYECCION DE AIRE	M	16.250	4.808	78.130
01.01.03.03	COLOCACION DE RESINA EN FISURA POR GRAVEDAD	M	16.250	28.918	469.922
01.01.04	PISO 6				450.528
01.01.04.01	APERTURA DE FISURA CON AMOLADORA HASTA 10MM	M	12.570	2.115	26.588
01.01.04.02	LIMPIEZA DE FISURA MEDIANTE INYECCION DE AIRE	M	12.570	4.808	60.437
01.01.04.03	COLOCACION DE RESINA EN FISURA POR GRAVEDAD	M	12.570	28.918	363.503
SUB TOTAL					2136.871
IGV				18%	384.637
TOTAL					2521.508



## **5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.2 CONCLUSIONES**

- Se mostró los antecedentes y tratamiento para la reparación de losas desniveladas y fisuramiento en losas de concreto armado.
- Se determinó la resistencia a la compresión y se comparó con los datos de la ficha técnica del fabricante del mortero autonivelante y resina epoxica, según el informe de laboratorio adjunto indica que: Se realizó la comparación entre los resultados obtenidos en laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil - UNPRG y los valores que indica en la ficha técnica del fabricante, obteniendo que en casi todos los casos los valores obtenidos son menores a los que indica el fabricante.
- Se realizó un análisis de costos unitarios para cada uno de los casos expuestos.

#### **5.3 RECOMENDACIONES**

- Se debe tener en cuenta que este informe está basado en experiencias tanto personales como ajenas del autor, por lo que se recomienda que si el problema que se tiene en el proyecto no es igual a alguno que se ha presentado en este informe, consultar otro tipo de solución.
- Se ha visto el visto el análisis del costo de lo que significa reparar este tipo de problemas en los proyectos, por lo que se recomienda esperar a que ocurran estas imperfecciones ya que a la larga es más costoso.



## 6 **BIBLIOGRAFÍA**

- HERRERUELA GARCIA, Francisco. Contenidos formativos de certificados de profesionalidad: Pastas, morteros, adhesivos y hormigón, 1º edición, España, Tornapunta Ediciones S.L.U., 2014
- VASQUEZ CUESTAS. Hugo. Uso de emulsión de base agua como alternativa ecológica. . Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico, Lima Universidad Nacional de Ingeniería – UNI, 2014
- Toirac Corral, José, Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. Ciencia y Sociedad [en línea] 2004, 29 (enero. Marzo):
- BARLOW, Peter; BARTH, Florian, HANSEN, Will & OTROS. Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón, ACI 224.1R-93. American Concrete Institute, 1993
- “Design and Construction of Fixed Offshore Concrete Structures”, ACI 375 R. American Concrete Institute. Farmington Hills., MI
- “Corrosion of Metals in Concrete”, American Concrete Institute. Farmington Hills, MI
- DEL VALLE MORENO, Angelica; PEREZ LOPEZ, Tezozomoc & MAERINEZ MADRID, Miguel. “El fenómeno de la corrosión en estructuras de concreto reforzado”, Instituto Mexicano del Transporte - ISSN 0188 -7297, N° 182, 2001
- “Corrosión Of Metals In Concrete”, American Concrete Institute. Farmington Hills. MI.
- KEANE, Brian. “Reparación de Grietas Estructurales Por Inyección Resinas Epóxicas. American Concrete Institute, Boletín 1 del RAP del ACI.



## **7 ANEXOS**

### **7.1 INFORME LABORARIO DE MATERIALES**

#### **RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTERO EPOXICO Y MORTERO AUTONIVELANTE SEGÚN NORMA ATM C109**



**RESPONSABLE** : Bach. PERALTA VASQUEZ VICTOR RAUL HAYA.

**PATROCINADOR** : Dr. Ing. MONDRAGON CASTAÑEDA CARLOS.



## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

- Determinar la resistencia a la compresión para cubos de 50mm de arista de mortero listos, autonivelante y resina epóxica de marca.

### **1.2. Objetivos específicos.**

- Verificar si las muestras serán descartadas o no para la evaluación de la resistencia a la compresión.
- Comparar la resistencia a la compresión resultante con la que indica el fabricante del producto.

## **2. MARCO TEORICO.**

### **Tipos de mezclas.**

Los dos tipos principales de mezclas, en las que se ven involucrados el cemento, los agregados, el agua y los aditivos, son el mortero y el concreto. La principal diferencia entre estos dos tipos de mezclas es la presencia del agregado grueso en el concreto, componente que no está presente en el mortero.

### **Mortero**

La mezcla de un conglomerante, agregado fino y agua, donde el primero es generalmente cemento Portland y el segundo es arena, recibe el nombre de mortero. Las aplicaciones del mortero son variadas: • Unión de bloques y relleno de sus celdas en paredes de mampostería • Recubrimiento y acabado final de paredes interiores y exteriores.



- **Morteros de cemento hidráulico y arena:** su fraguado y ganancia de resistencia (endurecimiento) ocurre en presencia de agua. Los porcentajes de combinación dependen de la resistencia que se solicite al mortero.
- **Morteros de cemento hidráulico, cal y arena:** la incorporación de cal a un mortero de cemento y arena permite mejorar su trabajabilidad.
- **Morteros con aditivos:** cuando se requiera una característica especial del mortero como mejorar adherencia, mayor retención de agua, coloración especial, prolongar su tiempo en estado fresco u otra, se incorpora durante el mezclado un aditivo que la proporcione.

Las propiedades más importantes del mortero son la trabajabilidad, retención y contenido de agua, adherencia, resistencia y durabilidad. Analizando una a una tenemos:

- **Trabajabilidad:** un mortero no debe ser muy pesado, ya que se debe evitar los desprendimientos cuando se utilice para cubrir y dar acabado a una superficie; además, requiere de una consistencia adecuada que facilite las tareas de mezclado y puesta en obra.
- **Retención y contenido de agua:** se refiere a la cantidad de agua necesaria en la mezcla del mortero, que permita su fluidez y una adecuada hidratación de las partículas de cemento. La retención de agua está relacionada con la tensión superficial del conglomerante. Además se ve afectada tanto por el clima donde se trabaja, como por la capacidad de absorción de las superficies en contacto con el mortero.
- **Adherencia:** la adherencia se refiere a la capacidad del mortero para resistir tensiones normales o tangenciales a la superficie de la interface mortero-base, tanto en mortero fresco como endurecido.
- **Resistencia:** cuando se emplean cementos convencionales como el tipo I, se alcanzan resistencias a compresión a 28 días hasta 4 veces superiores



que la correspondiente a la especificada bajo la designación ASTM C 270.

Por razones económicas, resulta más prudente utilizar cemento de albañilería para la elaboración de morteros.

- **Durabilidad:** los factores que afectan la durabilidad del mortero son la contracción por secado, filtraciones de agua, variaciones dimensionales por cambios de temperatura y humedad, resistencia al desgaste abrasivo y erosión

### **Resistencia La resistencia a la compresión:**

Es una de las propiedades físicas más importantes del cemento. Según sea el uso que se le vaya a dar a este, así se buscarán los tipos de cemento necesarios para suplir las necesidades, como por ejemplo los cementos de alta resistencia temprana. Generalmente se le conoce como  $f'_c$  y se refiere a la resistencia especificada a la compresión según la norma ASTM-C39, en cilindros estándar de 15cm de diámetro por 30cm de altura curados durante 28 días. La resistencia a la compresión es aquella que se determina mediante la prueba o ensayo de cubos o cilindros de morteros. En general la resistencia del cemento (basada en ensayos en cubos de mortero) no se la puede usar para el pronóstico de la resistencia del concreto con un alto grado de precisión, debido a las muchas variables en las características de los agregados, mezclado de concreto, procedimientos de construcción y condiciones del medio ambiente de la obra.



### 3. EQUIPOS

#### 3.1. Mezcladora:

Es una máquina similar a una batidora de cocina. Utilizada para mezclar el agua y el cemento. Consta de dos movimientos de su paleta, planetario y rotacional. Debe tener al menos 2 velocidades según la norma ASTM(C-305) la velocidad mínima de  $(140 \pm 5)$  rpm y la media de  $(285 \pm 10)$  rpm. Consta con una paleta y un tazón (partes independientes y removibles). La distancia entre la parte más baja de la paleta y el tazón no debe ser menor a 0,8 mm

#### 3.2. Paleta:

Debe estar hecha de acero inoxidable y es removible. Su contorno debe ajustarse al contorno del tazón usada con el mezclador.



*Imagen 1: Batidora de bajas revoluciones*

"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

### 3.3. Espátula:

Cosiste en una paleta de caucho unida a un mango de 150mm de largo.



*Imagen 2: Espátulas de uso manual*

### 3.4. Balanza digital

Con una incertidumbre de 0,1 g, utilizada para pesar el agregado fino y el cemento.



*Imagen 3: Balanza electrónica*

### 3.5. Moldes:

Para cubos, de 1 compartimentos, los cuales se componen de tres piezas, una base y dos tapas laterales para confinar los cubos.



**Imagen 4: Moldes para Morteros**

### 3.6. Enrasador:

Pieza metálica, se utiliza para nivelar mortero dentro el cubo y de esta manera alizar la parte superior del mismo.



**Imagen 5: Espátula enrasador**

#### 4. PROCEDIMIENTO.

##### 4.1. Preparación de los moldes.

- Colocar desmoldante o petróleo en las caras de contacto de los moldes con el mortero, de tal manera que una vez los morteros estén secos sea fácil sacar la probeta cubica.

##### 4.2. Preparación de morteros

###### Mortero Chema Listo piso Autonivelante.

- Según los datos dela ficha técnica del fabricante indica que por cada bolsa de 25kg se deberá agregar 6.25 lt de agua, en tal caso preparamos en proporción a peso quiere decir que por cada 4kg de mortero agregaremos 1lt de agua.
- Cabe indicar que este mortero viene listo para preparar y lo único que hay que hacer es agregarle agua.

**1ero.-** Secar el recipiente de mezclado y la paleta completamente.

**2do.-** Verter la cantidad de agua y mortero medido en el recipiente.

**3ero.-** Iniciar el batido por 30s, dejar reposar uno 90s a la vez que se removemos las partes adheridas al molde y a la paleta.

**4to.-** Por último terminar de mezclarlo a velocidad media por 60s.



*Imagen 6: Mortero autonivelante*

### **Mortero Chema Epox adhesivo 32.**

- Según la ficha técnica del fabricante dicho mortero viene listo para usar, y se deberá mezclar en proporción de 1 a 3.
- Para el caso de este mortero solo se realizara el batido de forma manual, que es lo que recomienda el fabricante.

**1ero.-** Se vacía la parte A en el envase de la parte B.

**2do.-** Se mezcla hasta obtener una mezcla fluida y homogénea de color gris claro.



***Imagen 7: Preparación de Mortero Epóxico***



#### 4.3. Colocación de Mortero en los Moldes.

- Se vacía la preparación en los moldes hasta obtener 9 cubos de mortero Chema listo piso autonivelante
- Se vacía la preparación en los moldes hasta obtener 9 cubos de mortero Chema Epox Adhesivo 32.



*Imagen 8: Muestreo de algunos moldes llenos*

#### 4.4. Desencofrado, toma de medidas reales y Curado.

- Se procede a desencofrar y tomar las medidas reales los especímenes.



*Imagen 9: Toma de medidas A y B*

**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

La norma ASTM C109 indica: • Colocar los moldes en la cámara húmeda en la cual se encuentra  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura y  $95 \pm 5\%$  de humedad de 20 a 24 horas. La superficie superior debe quedar expuesta al aire pero protegida del goteo de agua.

- Nosotros haremos el sistema de curado tradicional a través de una saturación al 100 % sumergido en un deposito con agua, para el caso del mortero cementicio.
- Para el caso del mortero epóxico se deja expuesto al medio ambiente a temperatura ambiente.



**Imagen 10: Curado de muestras**





#### 4.5. Medida de la resistencia.

- Se saca la muestra del recipiente de curado, se seca de manera superficial, y se procede a la rotura, aplicándole una carga a velocidad constante, se repite este procedimiento al día 1, día 3 y día 7 para cada muestra.
- Se tomarán 3 resultados de cada mortero por día.

#### 4.6. Cálculo de resistencia y resistencia.

Según norma ASTM c109 indica que:

**11.1** Se registra la carga total máxima indicada por la máquina de ensayo, y se calcule la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = P/A \quad (1)$$

Donde:

$f_m$	=	Resistencia a la compresión en MPa, o lb/pulg <sup>2</sup>
P	=	Carga total máxima en N, (lb)
A	=	Área de la superficie cargada mm <sup>2</sup> (pulg <sup>2</sup> ).



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

ENSAYO DEMORTEROS LISTOS PARA INFORME DE INGENIERIA:

DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA

RESULTADOS DE LABORATORIO

DIA	Muestra	A(mm)	B (mm)	AREA (cm)	MATERIAL	CODIGO	CARGA MAX (kf)	f'c (kg/cm2)
1	1	50	49	0.2450	CEMENTICIO	IC - 1	2850	118.580
1	2	49.5	50.5	0.2500	CEMENTICIO	IC - 2	2750	112.142
1	3	49.5	49.5	0.2450	CEMENTICIO	IC - 3	2650	110.247
3	4	50	49	0.2450	CEMENTICIO	IIC - 1	5500	228.838
3	5	49.5	50	0.2475	CEMENTICIO	IIC - 2	5750	236.823
3	6	49	51	0.2499	CEMENTICIO	IIC - 3	5850	238.628
7	7	49.5	50.5	0.2500	CEMENTICIO	IIIC - 1	7650	311.958
7	8	50	50.5	0.2525	CEMENTICIO	IIIC - 2	7825	315.903
7	9	50	49	0.2450	CEMENTICIO	IIIC - 3	7950	330.775
1	10	49.5	50.5	0.2500	EPOXICO	IE - 1	10700	436.333
1	11	50.5	49.5	0.2500	EPOXICO	IE - 2	10650	434.294
1	12	49	50	0.2450	EPOXICO	IE - 3	10850	451.434
3	13	50.5	49.5	0.2500	EPOXICO	IIE - 2	13250	540.319
3	14	49.5	49.5	0.2450	EPOXICO	IIE - 3	13285	552.691
3	15	49	50	0.2450	EPOXICO	IIE - 4	13220	550.043
7	16	50	49.5	0.2475	EPOXICO	IIIE - 1	19750	813.435
7	17	51	50	0.2550	EPOXICO	IIIE - 2	19700	787.512
7	18	50.5	49.5	0.2500	EPOXICO	IIIE - 3	19950	813.537

Tabla n°1: Resultado de Laboratorio



#### 4.7. Calculo Para descartar Especímenes.

Según norma ASTM c109 indica que si una de las tres muestras difiere en más de un 8,7% del promedio ésta se debe descartar.

$$\% \text{ desviación}_i = \left| \frac{R_{\text{prom}} - R_i}{R_{\text{prom}}} \right| \cdot 100\%$$

Donde:

R<sub>prom</sub> : Promedio de los 3 especímenes obtenidos.

R<sub>i</sub> : Especimen en cuestión.

PRUEBA DE DESCARTE DE MUESTRA						
DIA	Muestra	R prom	Ri (kg/cm2)	% desviación	CODIGO	VERIFICA
1	1	113.656	118.580	4.33%	IC - 1	OK
1	2	113.656	112.142	1.33%	IC - 2	OK
1	3	113.656	110.247	3.00%	IC - 3	OK
3	4	234.763	228.838	2.52%	IIC - 1	OK
3	5	234.763	236.823	0.88%	IIC - 2	OK
3	6	234.763	238.628	1.65%	IIC - 3	OK
7	7	319.545	311.958	2.37%	IIIC - 1	OK
7	8	319.545	315.903	1.14%	IIIC - 2	OK
7	9	319.545	330.775	3.51%	IIIC - 3	OK
1	10	440.687	436.333	0.99%	IE - 1	OK
1	11	440.687	434.294	1.45%	IE - 2	OK
1	12	440.687	451.434	2.44%	IE - 3	OK
3	13	547.684	540.319	1.34%	IIE - 2	OK
3	14	547.684	552.691	0.91%	IIE - 3	OK
3	15	547.684	550.043	0.43%	IIE - 4	OK
7	16	804.828	813.435	1.07%	IIIE - 1	OK
7	17	804.828	787.512	2.15%	IIIE - 2	OK
7	18	804.828	813.537	1.08%	IIIE - 3	OK

Tabla n°2: Descarte de Muestra



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"

#### 4.8. Resultados de la Resistencia a la compresión.

ENSAYO DEMORTEROS LISTOS PARA INFORME DE INGENIERIA:		
DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA		
RESULTADOS DE RESISTENCIA		
EDAD (días)	MATERIAL	f'c kg/cm2 (promedio)
1	CEMENTICIO	113.656
3	CEMENTICIO	234.763
7	CEMENTICIO	319.545
1	EPOXICO	440.687
3	EPOXICO	547.684
7	EPOXICO	804.828

Tabla n°3: Resultado Resistencia

#### 4.9. Comparativo de resistencia según ficha técnica de producto.

ENSAYO DEMORTEROS LISTOS PARA INFORME DE INGENIERIA:				
DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA				
RESULTADOS DE RESISTENCIA				
EDAD (días)	MATERIAL	f'c kg/cm2 (obtenido en laboratorio)	f'c kg/cm2 (ficha tecnica)	Variacion
1	CEMENTICIO	113.656	120.000	-5.29%
3	CEMENTICIO	234.763	250.000	-6.09%
7	CEMENTICIO	319.545	320.000	-0.14%
1	EPOXICO	440.687	500.000	-11.86%
3	EPOXICO	547.684	650.000	-15.74%
7	EPOXICO	804.828	800.000	0.60%

Tabla n°4: Comparación de resultados con ficha técnica



## 5. CONCLUSIONES

- Se determinó la resistencia a la compresión de dos morteros listos, Chema listo piso autonivelante y Chema epox adhesivo 32 aplicando algunos parámetros de la norma ASTM C109, a través de cubos de 50 mm de arista, obteniendo los siguientes resultados.
- Se verificó que las muestras obtenidas estén dentro de los parámetros de desviación que determina la norma ASTM C109, obteniendo que todas las muestras están dentro del rango permisible para ser tomadas como aptas.
- Se realizó la comparación entre los resultados obtenidos en laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil - UNPRG y los valores que indica en la ficha técnica del fabricante, obteniendo que en casi todos los casos los valores obtenidos son menores a los que indica el fabricante.

**"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"**

**6. Anexos.**



**Imaaen 11: Productos Utilizados**

ENSAIO DEMORTEROS LISTOS PARA INFORME DE INGENIERIA

DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA

**RESULTADOS DE LABORATORIO**

DIA	Muestra	Alom	h (m)	AREA (m)	MATERIAL	CORRDO	CARGA MAX (N)	F <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1	17.0	0.0	0.25	CEMENTO	HC-1	21.70	86.8
1	2	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-2	21.70	86.8
1	3	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-3	21.70	86.8
1	4	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-4	21.70	86.8
1	5	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-5	21.70	86.8
1	6	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-6	21.70	86.8
1	7	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-7	21.70	86.8
1	8	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-8	21.70	86.8
1	9	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-9	21.70	86.8
1	10	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-10	21.70	86.8
1	11	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-11	21.70	86.8
1	12	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-12	21.70	86.8
1	13	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-13	21.70	86.8
1	14	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-14	21.70	86.8
1	15	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-15	21.70	86.8
1	16	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-16	21.70	86.8
1	17	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-17	21.70	86.8
1	18	17.5	0.0	0.25	CEMENTO	HC-18	21.70	86.8

**Imagen 12: Trabajo de Gabinete**



**Imagen 13: Otras Herramientas Utilizadas**



**Imagen 14: Muestra de especímenes antes de romperlos.**





**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"DEMOSTRACION DE LA UTILIZACION DE MORTERO LISTO AUTONIVELANTE Y RESINAS EPOXICAS COMO SOLUCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE FISURAS EN 2 EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD LIMA"



*Imagen 15: Cubo rompiéndose*



*Imagen 15: Cubo Roto*