

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA EN ESTRUCTURAS DE
CONCRETO ARMADO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS
PÚBLICAS DEL DISTRITO DE PIMENTEL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

LUIS ALBERTO SECLÉN FALEN

ASESOR

ING. HÉCTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

DIOS:

Por darme fuerzas y guiarme en el camino correcto para alcanzar mi meta.

Con el amor inmenso y gratitud Eterna; A mis queridos padres, por todo su amor, por ayudarme a cumplir un sueño que ellos un día empezaron, dándome la oportunidad del estudio, por aceptar y respetar las decisiones que he tomado...

A mis hermanos...

A todas aquellas personas que me han ayudado en los momentos en que más he necesitado de un apoyo...

EPÍGRAFE

Y tú preguntarás, ¿por qué esperamos tanto?
Solo para tomar impulso y llegar más alto....

“No hay dolor,” Emiliano Branciani

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por permitirme ser parte de la familia Toribiana y por la formación obtenida desde que ingrese a ella.

A la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, aquí fue donde tuve mi formación como profesionalista y adquirí muchos de los conocimientos que se formaron como tal.

A mi Asesor de tesis Héctor Augusto Gamarra Uceda, por brindarme su tiempo, comprensión, apoyo y paciencia durante el presente trabajo.

RESUMEN

Los ingenieros, se encuentran frecuentemente a lo largo de su ejercicio profesional con problemas en las construcciones en que intervienen y, ante éstos, los propietarios de la edificación en cuestión esperan de ellos que diagnostiquen la causa y gravedad del defecto presente y prescriban, si procede, la terapéutica a seguir.

La presente investigación, está orientada al estudio de las patologías de concreto de las instituciones educativas públicas del distrito de Pimentel.

Estas Patologías ocasionan múltiples efectos, desde pequeños daños y molestias para sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella.

Para ello se divide el proyecto en tres partes, tal como es habitual en la realidad: Existencia de un problema, investigación del mismo y, si es factible, propuesta de solución o tratamiento.

Con los diferentes ensayos se verá el tipo de daño ocasionado en las estructuras, si es mayor se verá la forma de rehabilitarlo o darle una terapia a dichas estructuras en mal estado.

Palabras clave: patología, vulnerabilidad, colapso, estructuras, rehabilitación, terapia.

ABSTRACT

Engineers, are often found along with his practice in construction problems involved and, before them, the owners of the building in question expect them to diagnose the cause and severity of the defect present and prescribe, if necessary the treatment modality.

This research is oriented to the study of specific diseases of public educational institutions Pimentel district.

These pathologies cause multiple effects, from minor damage and inconvenience to the occupants to large faults that can cause the collapse of the building or part of it.

This project is divided into three parts, as is common in reality: There is a problem, research it and, if feasible, proposed solution or treatment.

With the different trials will see the amount of damage to structures, if more is see how to rehabilitate or provide therapy to those structures in poor condition.

Keywords: pathology, vulnerability, collapse structures, rehabilitation therapy

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
II.	ASPECTOS GENERALES.....	10
2.1	Terminología.....	10
2.2	Factores condicionantes de la terapia a emplear en reparaciones o refuerzos.....	11
III.	MARCO TEÓRICO.....	15
3.1	Patología.....	15
3.2	Patología del Concreto Armado.....	15
3.2.1.	Patología en el Concreto.....	15
3.2.1.1.	<i>Patologías de Origen Mecánico.....</i>	<i>15</i>
3.2.1.2.	<i>Patologías de Origen Higrotérmico.....</i>	<i>23</i>
3.2.1.3.	<i>Patologías de Origen Químico.....</i>	<i>28</i>
3.2.2.	Patología en Armadura.....	31
3.2.2.1.	<i>Patologías de Origen Electroquímico.....</i>	<i>31</i>
IV.	INSPECCIÓN VISUAL Y REALIZACIÓN DE ENSAYOS A ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	42
4.1.	Introducción.....	42
4.2.	Obtención de datos Previos.....	43
4.3.	Descripción de las Instituciones Educativas de Pimentel – Chiclayo.....	46
4.4.	Reconocimiento visual y ensayos de los colegios Analizados.....	65
4.4.1.	Calificación de daños de las instituciones Educativas Publicas del Distrito de Pimentel.....	72
4.4.2.	Realización de Pruebas y Ensayos.....	89
4.4.2.1.	<i>Ensayo de Carbonatación.....</i>	<i>90</i>
4.4.2.2.	<i>Ensayo de Cloruros.....</i>	<i>98</i>
4.4.2.3.	<i>Ensayo de Diamantina.....</i>	<i>118</i>
4.4.2.4.	<i>Ensayo de Resistividad Eléctrica.....</i>	<i>133</i>
V.	ORIENTACIÓN PARA UNA CORRECTA REPARACIÓN DE ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO.....	135

5.1.	Introducción.....	135
5.2.	Metodología General.....	135
5.3.	Evaluación Post Sísmica de aulas de las distintas Instituciones Educativas de Pimentel.....	144
5.4.	Terapia de las estructuras de concreto armado de las Instituciones Educativas de Pimentel.....	180
5.4.1.	Materiales de protección superficial.....	180
5.4.2.	Reparación de Estructuras dañada por fisuras.....	182
5.4.3.	Reparación de Estructuras dañadas por corrosión.....	187
5.5.	Aditivos SIKA a utilizar para la reparación de las estructuras de Concreto dañadas...	190
5.6.	Reparación a las Estructuras de concreto Armado en las Instituciones Educativas de Pimentel.....	204
VI.	RECOMENDACIONES.....	210
VII.	CONCLUSIONES.....	211
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	213
IX.	ANEXOS.....	214

Planos de Clasificación de Daños Asignados a Fisuras Observadas en Columnas de cada uno de los colegios.

Expediente Técnico 01: “Sustitución y Construcción de la Infraestructura Educativa Publica N°070 Angelitos de Jesús, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo-Lambayeque”.

Expediente Técnico 02: “Sustitución y Construcción de la Infraestructura Educativa Publica Fermín Ávila Morón, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo-Lambayeque”.

Expediente Técnico 03: “Sustitución y Construcción de la Infraestructura Educativa Publica Manuel Gonzales Prada, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo-Lambayeque”.

I) INTRODUCCION

“En el mundo, la vulnerabilidad de las estructuras suele reflejarse a través de patologías que aparecen en las edificaciones, ocasionando múltiples efectos, desde pequeños daños y molestias para sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella.

Una manera sencilla de clasificar las patologías que se presentan en las edificaciones, es subdividiéndolas según su causa de origen. De acuerdo a esto, las patologías pueden aparecer por tres motivos: Defectos, Daños o Deterioro”¹.

“En la Europa de 1950 se consideraba que un edificio duraba 100 años.

Actualmente en Estados Unidos los ciudadanos cambian unas tres veces de vivienda a lo largo de su vida adulta. Puede que este dato esté muy influido por la fuerte movilidad del trabajo en Estados Unidos, pero no cabe duda que es un indicador de la importante disminución de la vida útil que se está produciendo en los edificios.

Se ha llegado a derribar un rascacielos, para construir otro en su lugar, con sólo 10 años de edad. En este caso, también puede intervenir el alto precio que alcanza el suelo en el centro de las ciudades. Pero no cabe duda, que algo está sucediendo con respecto a la duración de los edificios”².

Dentro de las obras civiles que se construyen en nuestro país, las estructuras de concreto son tal vez las más utilizadas por su resistencia, durabilidad y facilidad constructiva. Sin embargo, su larga vida, puede verse alterada o disminuida por fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundaciones) y ataques físicos, químicos o biológicos del medio ambiente.

Y es que, desde una simple viga, hasta las más complejas estructuras que se levantan con este material, pueden verse afectadas por lo que se ha determinado la “*patología del concreto*”³.

“En las Instituciones Educativas de la Región Lambayeque, al igual que los seres vivos, el concreto puede sufrir enfermedades y lesiones (defectos o daños), que alteran su estructura interna y su comportamiento. Algunas de ellas pueden ser congénitas, es decir, que estuvieron presentes desde

¹(Astorga 2009, 3)

²(Guzmán 2010, 5)

³ (Gómez 2011, 6)

su concepción y/o construcción; otras pueden haberse contraído durante alguna etapa de su vida útil; y otras pueden ser consecuencia de accidentes”⁴.

En el distrito de Pimentel, Región Lambayeque, las instituciones educativas cumplen un papel importante en la educación, es por eso que los jóvenes y niños asisten a distintos colegios dependiendo de la zona donde viven.

En las instituciones educativas públicas del distrito de Pimentel se ha notado la problemática de aquellas estructuras de concreto (aulas) que se encuentran con deterioros que perjudican tanto el nivel estético como los problemas que puedan ocasionar frente a un desastre natural. Los problemas presentados frecuentemente son fisuras, corrosión, humedad, etc. En las distintas estructuras que perjudican y podrían causar daños graves si no se hace un estudio patológico de ellas, ya que en cualquier momento las estructuras pueden fallar o colapsar por dicho daño, que perjudicaría a los jóvenes y niños que están dentro de una institución educativa pública en mal estado.

⁴ (Lago 2010, 5)

II) ASPECTOS GENERALES

2.1) Terminología⁵

- a) **Conservación o mantenimiento.** -Es toda actividad encaminada a permitir que la estructura cumpla con las misiones para las que se ha proyectado o mantenga su apariencia y estado original. En los trabajos de conservación se incluyen los de inspección.
- b) **Reparación.** - Por reparación se entiende devolver, parcial o totalmente, a una estructura o elemento dañado o débil de la misma capacidad resistente exigida en el proyecto original y si es preciso mejorar su durabilidad.
- c) **Refuerzo.** - Se entiende modificar a una estructura o elemento de ella, que no necesariamente tiene que estar dañado, con el propósito de aumentar su capacidad resistente o estabilidad con respecto a la del proyecto original. El refuerzo puede aplicarse también como consecuencia de un cambio de destino de la estructura, o para que sea capaz de soportar acciones superiores a las originalmente previstas.
- d) **Sustitución.** - Es una operación que tiene por finalidad sustituir o reponer elementos estructurales que tienen una vida intrínsecamente inferior a la vida de servicio del resto de la estructura, como pueden ser apoyos, juntas de expansión, etc.
- e) **Estado Actual.** - es aquel que se encuentra la estructura, desde el punto de vista de propiedad, características mecánicas, durabilidad, etc., en el momento considerado.
- f) **Estado Nominal.** - es el estado y la propiedad de una estructura correspondientes a las condicionales contractuales de acuerdo con las instrucciones y disposiciones técnicas vigentes. Se puede considerar como condiciones de proyecto.
- g) **Estado Límite.** - es cualquier situación que, al ser alcanzada por una estructura o parte de ella, la pone fuera de servicio, es decir, en condiciones tales que deja de cumplir algunas de las funciones para las que fue diseñada.
- h) **Degradación.** - es el envejecimiento o deterioro que sufre la estructura con el uso haciendo que cada vez se vaya separando más el estado nominal.

 ⁵Cánovas, Fernández. 1994. Patología y Terapéutica del Hormigón Armado.3 edición. Madrid: Rugarte, sL.


- i) **Defecto.** - es el exceso sobre los límites de tolerancia de alguna propiedad de la estructura al aceptarla, o incluso si se descubre posteriormente a la aceptación.
- j) **Daño.** - Es consecuencia de sobrepasar un estado límite de la estructura durante su uso o explotación. Los daños no se refieren únicamente a acciones de tipo mecánico sino que pueden tener su origen en acciones de tipo físico o químico.
- k) **Fallo.** - es un descuido, una actividad imprevista o accidental, que se traduce en un defecto o daño de una estructura o elemento estructural.
- l) **Durabilidad.** - es la calidad que posee la estructura y que va a asegurar el que se alcance un estado límite dentro de la vida útil esperada. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación adecuados

2.2) Factores condicionantes de la terapia a emplear en reparaciones o refuerzos.⁶

Con el paso del tiempo las estructuras van envejeciendo de acuerdo con un proceso más o menos lento en la que se ejerce mucha influencia la agresividad del medio en el que están situadas, la magnitud de las cargas que hayan soportado y la calidad del proyecto, materiales y ejecución que hayan tenido, así como las condiciones de utilización y de mantenimiento a que hayan estado sometidas; este envejecimiento pueden llevar a la estructura, o parte de ella, a alcanzar un estado límite. Con la reparación y refuerzo de las estructuras se pretende conseguir, en un momento dado de la vida de estas, aumentar la resistencia de las mismas a fin de que puedan llegar al final de la vida útil prevista con una capacidad resistente adecuada.

Los problemas que presenta una estructura de concreto dañado o poco resistente que se pretende reparar o reforzar pueden ser muchos y a veces, muy complejos.

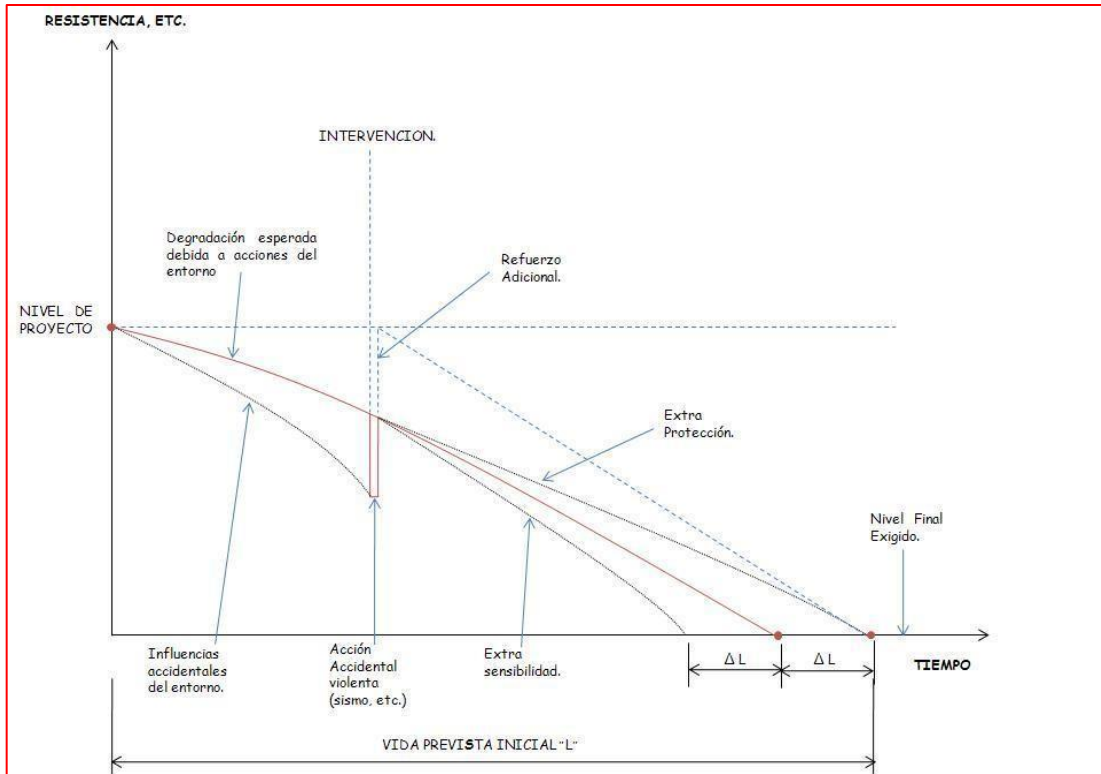
Hay defectos estructurales muy localizados y de poca importancia que pueden ser debidos a una ejecución deficiente en una determinada zona, pero que no afectan al resto de la estructura con lo cual su reparación no crea problemas pudiendo realizarse de una forma inmediata y sin necesidad de esperar a los resultados de análisis, investigaciones, etc., este es el caso de un concreto mal

 ⁶Cánovas, Fernández. 1994. Patología y Terapéutica del Hormigón Armado.3 edición. Madrid: Rugarte, sL.

vibrado que representa coqueras, o lo es el de una zona muy armada de un elemento en la que no ha podido entrar al concreto por poca separación entre las barras de acero.

Otros defectos, por el contrario, son de tal cuantía que exigirán, antes de decidirse por su reparación, realizar un estudio completísimo de la obra en el cual se analicen hasta lo más mínimos detalles. En estos casos, el conocer el historial del "paciente" puede ser decisivo y aportar mucha luz sobre la enfermedad que padece, es decir, las causas que han motivado su patogénia; pero, en muchas ocasiones, este historial no será suficiente y habrá que recurrir entonces a realizar análisis y ensayos que permitan reconocer las motivaciones de tipo mecánico, físico o químico que han podido producir la lesiones o la incapacidad resistente que ésta posee.

El estudio de la historia de la obra es fundamental. El conocer la fecha en que se construyó; quien fue su constructor; el hacerse con una copia del proyecto para su revisión y análisis; el conocer el tipo de cemento, áridos, aditivos, acero, etc., empleados; el disponer de los datos del análisis del terreno; el saber con detalle el uso que se le ha dado a la estructura, sobrecargas estáticas o dinámicas que ha soportado, acciones accidentales a las que ha estado sometida, etc., es totalmente preciso para andar sobre seguro.



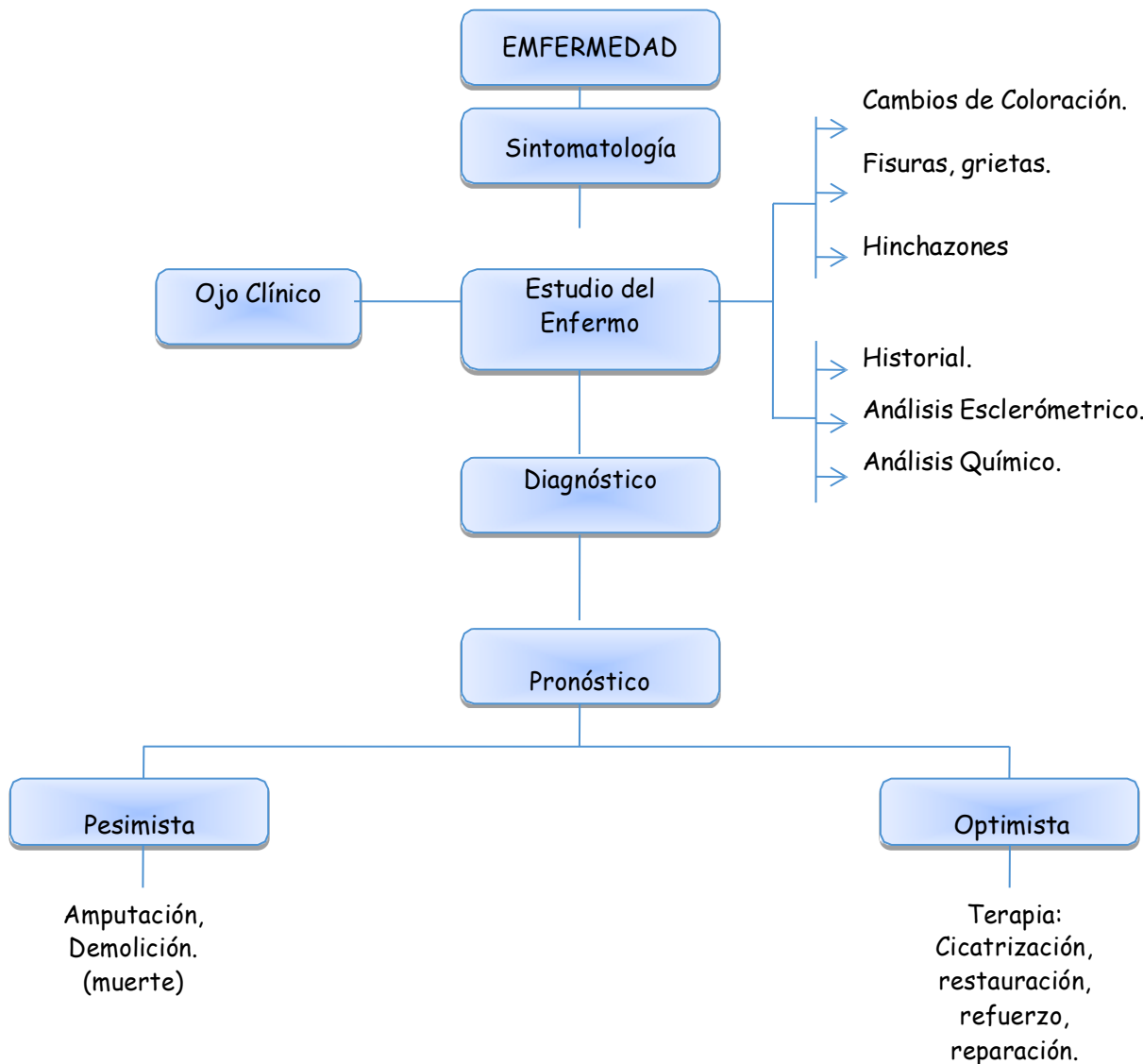
En muchas ocasiones no bastará con conocer todos estos detalles y habrá que continuar la investigación por otros caminos recurriendo al uso de laboratorios y de centros especializados en materiales que analicen muestras de un hormigón desagregado a fin de conocer el origen probable de los daños que presenta y que, en ocasiones, puede ser de tipo químico y a veces, difícil de determinar si no se dispone de medios adecuados y personal preparado.

A través de los síntomas que presenta una estructura hay que analizar también las causas que han podido provocar las lesiones o defectos que presenta la misma; en este sentido, la forma y localización de las fisuras puede aportar mucha ayuda a este análisis, bastando, a veces, la observación del cuadro de fisuración que presenta para llegar a conclusiones bastante exactas con vistas al establecimiento de un diagnóstico.

Las observaciones pueden ser durante esta primera parte del análisis muy meticulosas y completas pudiendo, incluso, si es preciso extenderse a las obras próximas a la estudiada. Esta fase del análisis requiere tiempo, siendo la más difícil y a la vez básica para proyectar una reparación o refuerzo eficaz y duradero.

Podemos resumir, ordenadamente, los principales pasos a seguir en esta primera parte del proyecto de una reparación o refuerzo en dos fases: inspección de la construcción dañada con recopilación de datos e información y, realización de las comprobaciones y ensayos necesarios.

El siguiente esquema indica el camino a seguir en todo proceso patológico para llegar a una solución que permita el restablecimiento de la capacidad resistente de la estructura.

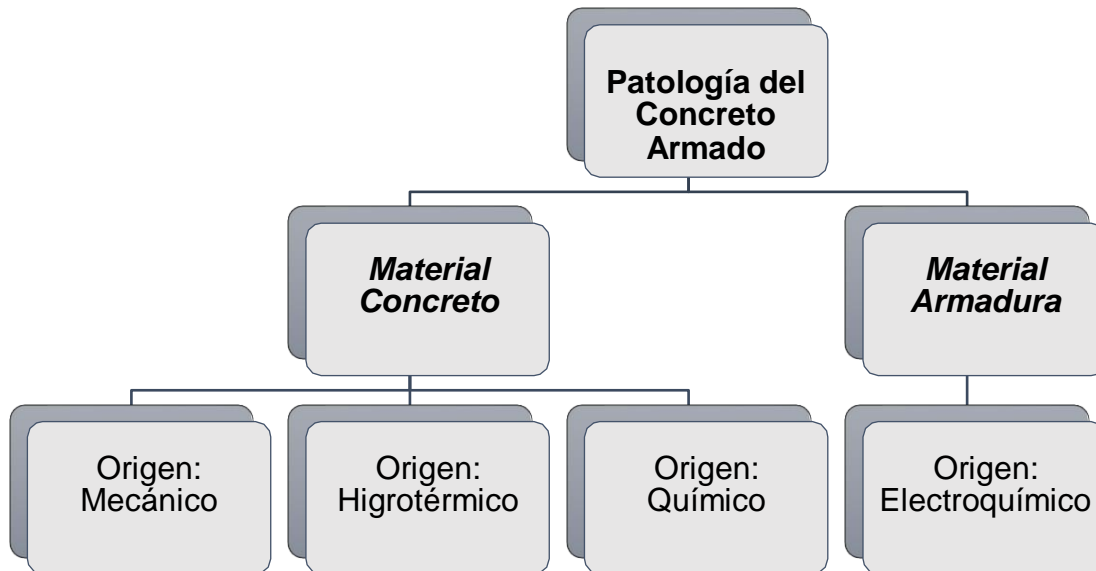


III) MARCO TEORICO

3.1) PATOLOGIA

1) ⁷Concepto:

La patología es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso, investigando sus causas y planteando medidas correctivas para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.



3.2) Patología del Concreto Armado


3.2.1) Patologías del Concreto

3.2.1.1) Patologías de Origen Mecánico

Son originadas por falta de resistencia a esfuerzos de tracción o compresión en el concreto y de tracción en el acero, debido a las acciones que soportan los elementos estructurales y las deformaciones impuestas que sufren.

*) Fisuras y/o grietas

Las fisuras, son roturas que aparecen generalmente en la superficie del concreto, por la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia. Cuando la fisura atraviesa de lado a lado el espesor de una pieza, se convierte en grieta.

 ⁷Stuardo, Karem. 2008. Metodología de evaluación de elementos de hormigón armado existentes. Tesis para optar título. Escuela de Ingeniería.

Las fisuras por origen mecánico son aquellas que aparecen en los elementos estructurales cuando se ha producido el agotamiento del concreto. Sin embargo, la Fisuración no es por si misma un indicio alarmante, dado que lo habitual es que las piezas de concreto se fisuren en estado de servicio. De hecho, el estudio de las deformaciones en estructuras flectadas de concreto, tiene dos estados que se diferencian por que la pieza pasa de un primer estado sin fisurar a un segundo estado fisurado, sin que ello implique problemas patológicos. Para comprobar si realmente corresponde a una situación de alarma, es preciso atender a su evolución.

Formas de las fisuras en el concreto según las distintas sollicitaciones:

Fisuras por esfuerzos de flexión

Las fisuras más accesibles, son las fisuras inferiores de flexión a través de la inspección del a la inferior de las vigas.

a) Fisuración transversal en vigas debido a esfuerzos de tracción

Se presentan en la zona central de la pieza, en la cara inferior, esto es en la zona de máximo esfuerzo flector, y, de ser varias, se presentan repartidas más o menos uniformemente a lo largo de su emplazamiento.

La localización de fisuras de flexión no indica necesariamente el agotamiento o la certeza de insuficiente capacidad resistente de la pieza. Es sobradamente conocida la aparición de esta fisuración en elementos a flexión (especialmente en los de concreto armado) contemplándose en todos los códigos técnicos e instrucciones, el control de la abertura de las mismas, para las cargas de servicio.

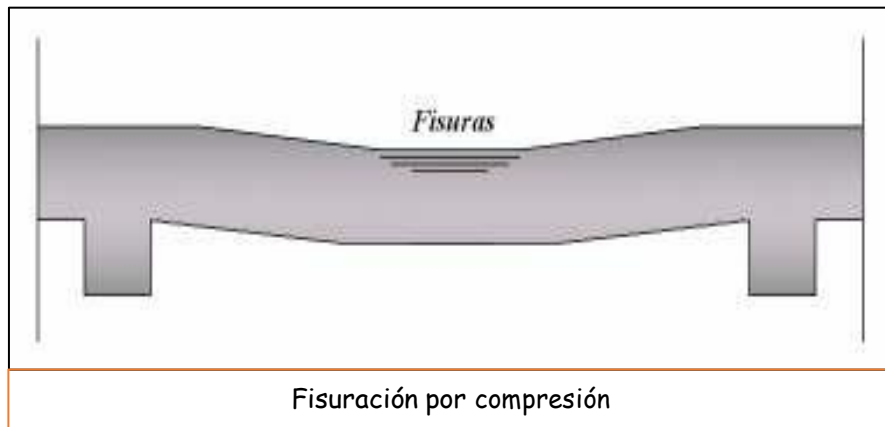
La limitación del ancho de fisura de flexión es un condicionante de durabilidad de la estructura, ya que a mayor cantidad y ancho de las fisuras, se facilita la difusión de agentes que favorecen el desarrollo de procesos de corrosión de la armadura. Para anchos de fisura, menores de 0,3 mm, la abertura tiene poca incidencia en la durabilidad del elemento estructural.

En elementos de concreto armado, desde el punto de vista de la seguridad estructural, únicamente valores excesivos del ancho de fisura, superiores a 0,4 mm, podrían ser un indicio de insuficiencia de armadura inferior de tracción o de sobrecargas excesivas y, en consecuencia, se consideran lesión de carácter grave, aceptando como leves las de menor amplitud.



b) Fisuración longitudinal en vigas debido a esfuerzos de compresión

Esta fisuración es posible de detectar realizando inspecciones específicas al elemento (ya que en general no son visibles) y aun así, presentan cierta dificultad para encontrarlas y reconocerlas, salvo en el caso de que la pieza hubiese fallado. Este tipo de lesión no suele ser usual en losas con capa de compresión, siendo probable en vigas o nervios de losas más antiguos, sin capa de compresión ni continuidad en los vanos o con mal relleno. En este último caso la lesión sería visible y muy grave.



c) Fisuración inclinada en vigas debido a esfuerzos cortantes

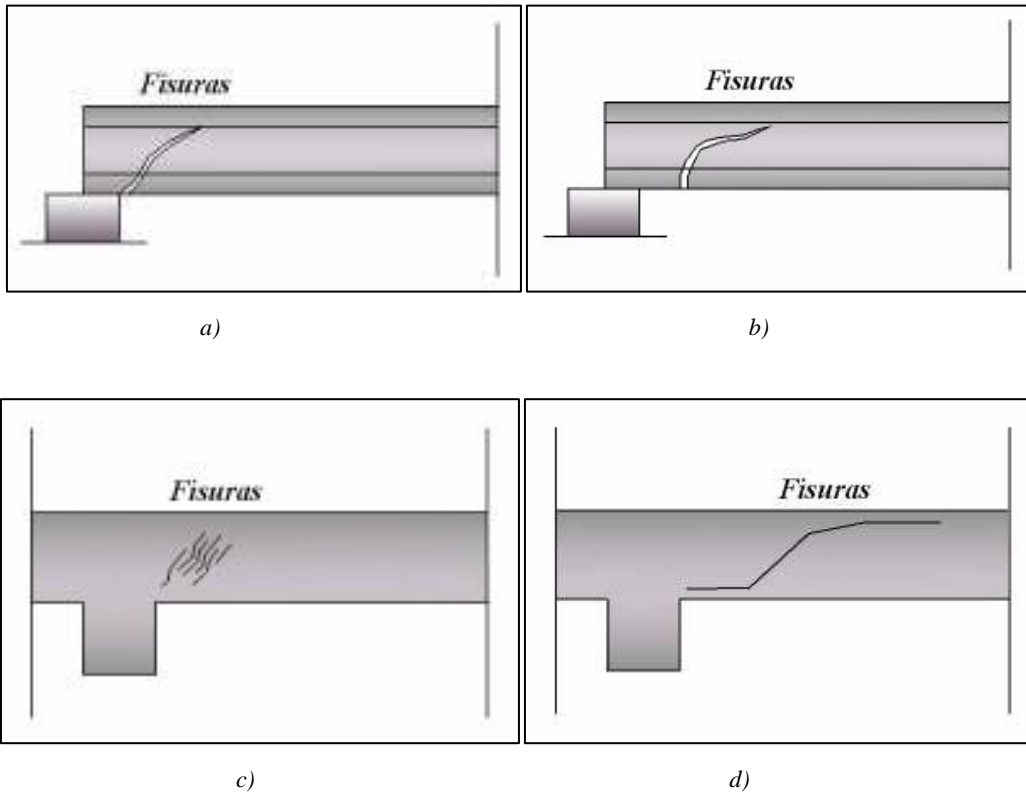
Este tipo de fisuras aparecen cuando se produce el agotamiento de la pieza por esfuerzo cortante debido a algunos de los siguientes mecanismos:

- Compresión oblicua del alma.
- Fallo del anclaje de la armadura transversal.
- Agotamiento por tracción de la armadura transversal.

Se producen cerca de los apoyos, en las caras laterales de las vigas por falta de resistencia a esfuerzos cortantes. Si la pieza se ha roto por corte la fisura alcanza la superficie del ala afectando

a todo su ancho e incluso marcándose en el recubrimiento de yeso que pueda existir. De localizarse este tipo de fisuración se puede, previo apuntalamiento, reconocer su carácter abriendo la cara lateral y comprobar la presencia de la fisuración del alma con la clásica inclinación de 45°.

Las lesiones producidas son de carácter grave o muy grave, sobre todo en piezas sin armadura transversal.



Fisuración inclinada en vigas debido a esfuerzos de corte.

- a) Fisuración por agotamiento de la armadura transversal de tracción.
- b) Fisuración por combinación de corte y flexión.
- c) Fisuración por compresión oblicua del alma.
- d) Fisuración por fallo de anclaje.

d) Fisuración longitudinal en losas

Esta lesión se produce, en la zona de momentos negativos, debido a una insuficiente resistencia a flexión, por no disponer de armadura negativa o, aunque esta colocada, se ha desplazado hacia abajo durante el vaciado de concreto. Las fisuras se presentan en la cara superior de la losa a ambos lados de las vigas. Esta lesión se considera de carácter muy grave.

Fisuras por esfuerzos de flexocompresión

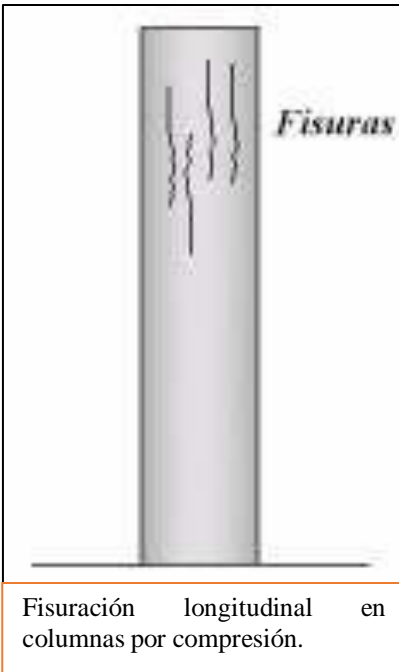
Es un tipo de fallo que se produce sobre todo en columnas, al ser elementos estructurales que suelen trabajar a esfuerzos de compresión combinados con los de flexión.

Puede provocar la rotura de la columna y el colapso de toda la estructura, ya que tienen poca capacidad de aviso.

a) Fisuración longitudinal en columnas. (Fisuras por compresión)

Se produce en columnas sometidas a importantes esfuerzos axiales y a reducidos momentos flectores. Se caracteriza por la aparición de fisuras verticales, siguiendo la dirección de las armaduras principales, de muy poco ancho y difíciles de ver. Si aparecen en la zona superior de la columna, pueden ser debidas al desplazamiento de los estribos hacia abajo durante la fase del vaciado de concreto y también pueden ocasionar el colapso de la estructura. Este tipo de lesión constituye el mecanismo usual de agotamiento de columnas.

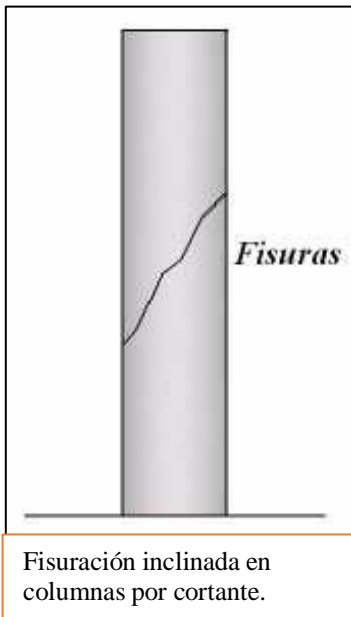
Es considerada como una lesión de carácter muy grave y, por lo tanto, conlleva intervenciones inmediatas.



b) Fisuración inclinada en Columnas. (Fisuras por cortante)

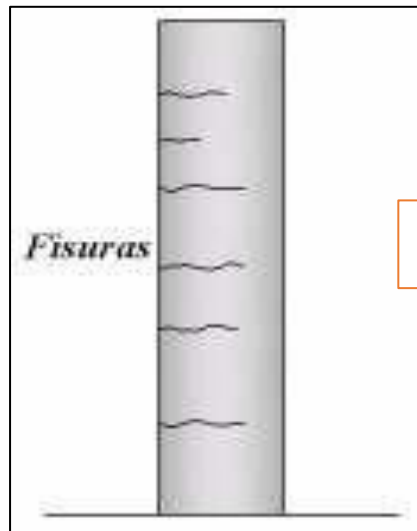
A diferencia del tipo de fisuración longitudinal por compresión, no suele presentarse salvo raras excepciones. El colapso se produce por esfuerzo cortante y se caracteriza por la aparición de fisuras siguiendo el plano oblicuo.

Es considerada como una lesión de carácter muy grave y, por lo tanto, conlleva intervenciones inmediatas.



c) Fisuración transversal en Columnas. (Fisuras por pandeo)

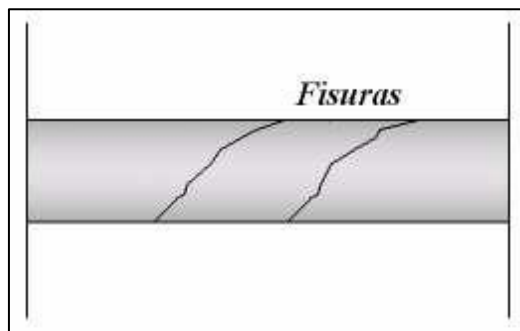
Se produce en columnas sometidas a importantes momentos flectores y a reducidos esfuerzos axiales, como son las columnas de última planta o los situados en esquina. Se caracteriza por la aparición de fisuras horizontales, siguiendo la dirección perpendicular de las armaduras principales, de ancho variable, cerrándose en la zona comprimida y abriéndose en la traccionada. Desde el punto de vista de la durabilidad, anchos de fisura, menores de 0,3 mm, se consideran daños leves y graves para valores superiores.



Fisuración transversal en columnas debida al pandeo.

Fisuras por torsión

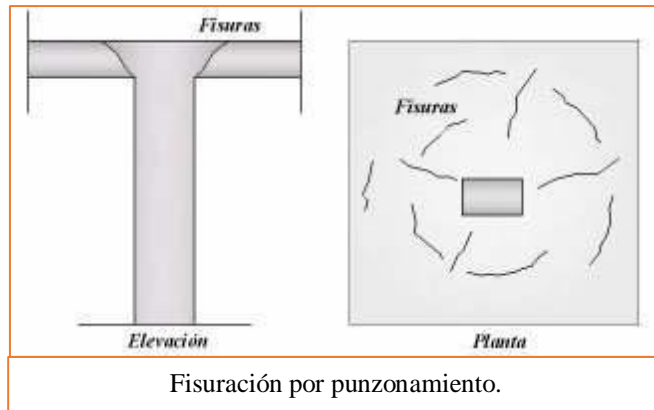
Las fisuras debidas a la torsión aparecen generalmente en las caras de barras sometidas a tal estado tensional; se caracterizan por formar siempre un ángulo de 45° con el eje de aquellas y por describir un trazado helicoidal.



Fisuración por torsión.

Fisuras de punzonamiento

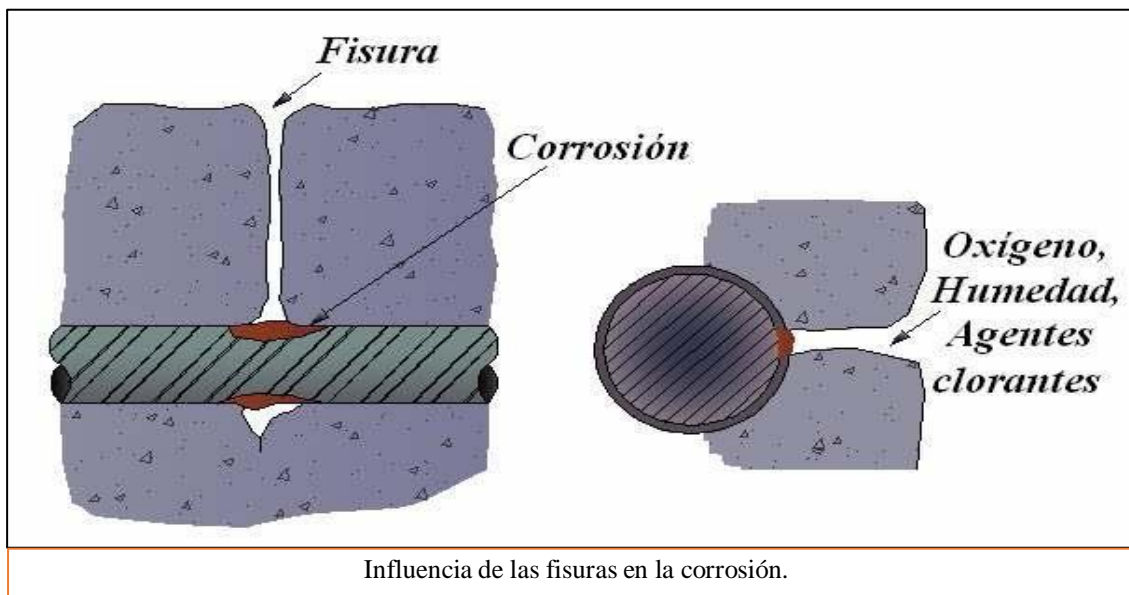
Se caracterizan por la formación de una superficie de fractura de forma troncopiramidal cuya directriz es el área cargada.



Influencia de las fisuras en el proceso de corrosión

Las fisuras facilitan la entrada de oxígeno, humedad y agentes colorantes, con lo cual se agrava el problema de corrosión en el concreto.

La presencia de fisuras transversales, generalmente no causa problemas de corrosión en la armadura, ya que una parte pequeña de la armadura está expuesta a la entrada de agentes externos, sin embargo, fisuras longitudinales provocadas por cualquier razón pueden iniciar un proceso de corrosión.

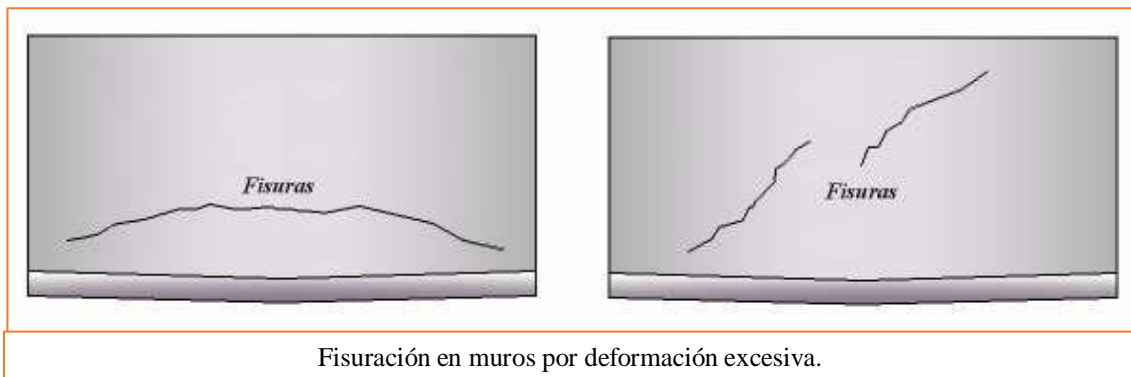


- **Deformaciones excesivas**

- a) ***Fisuración en muros***

La deformabilidad excesiva de las fundaciones, losas o de las vigas, suele traducirse en fisuraciones. El tipo de fisura generada dependerá de la deformabilidad de estos elementos, tanto el superior como el inferior. Si el elemento estructural superior es menos flexible que el inferior, las fisuras tienden a ser horizontales, marcando las zonas traccionadas. Serán verticales o de compresión si ocurre lo contrario y, por último, si ambos elementos tienen una deformabilidad similar las fisuras son inclinadas.

Este tipo de lesión se manifiesta por la presencia de fisuras generalmente de geometría bien definida, pueden considerarse de carácter leve.



3.2.1.2) Patologías de Origen Higrotérmico

Son provocadas por los movimientos generados en el interior del concreto, debido al contenido de humedad del concreto y las variaciones de la misma, así como de la temperatura del medio en el que se encuentra la estructura.

***) Manchas de humedad**

Las manchas de humedad en los elementos estructurales de concreto son el indicador de la existencia de alguna fuga o fallos de impermeabilización. La gravedad del problema dependerá de la presencia de esas manchas a lo largo del tiempo, de manera que un concreto con unas manchas de humedad esporádicas será menos grave que un concreto permanentemente húmedo o con presencia de hongos en su superficie.

***) Asentamiento Plástico del Hormigón**

El asentamiento plástico del concreto está producido por el fenómeno de la exudación y tiene lugar en las tres primeras horas después de verter el concreto, antes de iniciarse la fase de endurecimiento. Tras la puesta en obra, debido a la exudación, el agua contenida, al tener una densidad más baja, tiende a ascender a la superficie. La exudación produce un asentamiento plástico en una superficie horizontal, tendiendo a descender verticalmente. En general, este tipo de lesión suele aparecer en piezas de espesores importantes y por la presencia de armaduras u otros elementos que coartan el asentamiento plástico.

a) Fisuración longitudinal en losas marcando la posición de la armadura de momento negativo

La exudación produce un asentamiento plástico del concreto en la cara superior, ya que se va consolidando al descender su superficie verticalmente. La presencia de una determinada armadura coarta el movimiento, produciéndose la fisuración. Estas lesiones aparecen durante la ejecución. Generalmente son fisuras anchas, pero poco profundas. Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural.

b) Fisuración longitudinal o transversal en vigas marcando la posición de la armadura principal o estribos

En este caso, las fisuras aparecen porque las armaduras impiden el desplazamiento hacia abajo del concreto. Al igual que en el caso anterior, las fisuras son anchas, pero poco profundas, de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural, aunque pueden afectar la durabilidad del material.

c) Fisuración transversal en columnas marcando la posición de los estribos

En este caso, las fisuras aparecen porque los estribos impiden el desplazamiento hacia abajo del concreto. Las fisuras son anchas, pero poco profundas.

Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural, aunque pueden afectar la durabilidad del material.

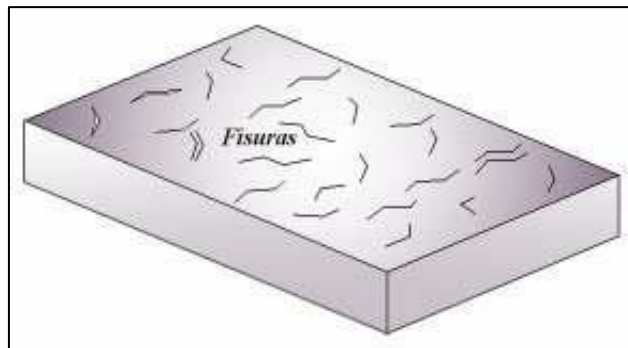
***) Retracción Plástica del Concreto**

La retracción plástica se produce después del vaciado y antes del fraguado, es decir, entre la primera hora y las seis horas desde el vertido, como consecuencia de una pérdida muy rápida de agua por evaporación, superior al aporte de agua por exudación, en la superficie del concreto. La pérdida de agua aumenta considerablemente la tensión capilar en la superficie, apareciendo tracciones que fisuran el concreto. Las fisuras por retracción plástica suelen aparecer en elementos superficiales (losas, soleras, muros,..), son anchas (0,2 a 0,4 mm) pero poco profundas. Normalmente las direcciones que siguen las fisuras coinciden con zonas de menor cuantía, variación de espesor, u otro caso.

a) Fisuras distribuidas aleatoriamente en la cara superior de losas

Para elementos de espesor uniforme, las fisuras suelen aparecer con una mayor aleatoriedad, presentando una distribución más o menos rectangular, cortándose las fisuras con ángulos que tienden a ser rectos.

Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural, aunque pueden afectar a la durabilidad del material.

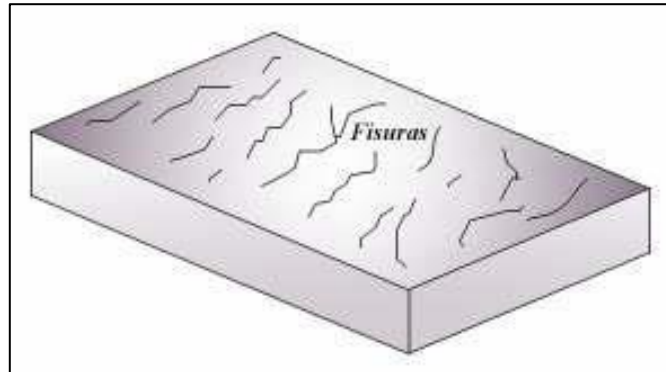


Fisuras distribuidas aleatoriamente en la cara superior de losas debido a la retracción plástica del concreto.

b) Fisuras paralelas en la cara superior de losas

Cuando las barras de armado están próximas a la superficie, aparecen fisuras paralelas, en forma de cresta, a modo de oleaje, sobre las armaduras.

Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural.



Fisuras paralelas en la cara superior de losas debido a la retracción plástica del concreto.

2.1.2.4) Retracción hidráulica del Concreto

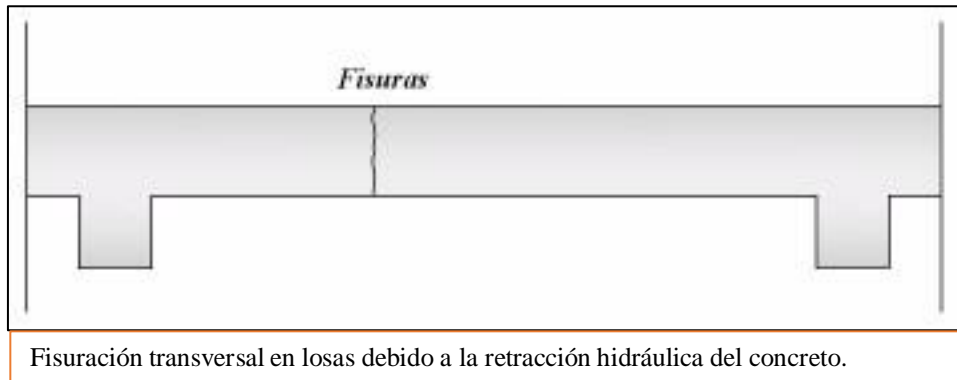
La disminución de volumen del concreto por la pérdida de humedad o secado se conoce como retracción hidráulica. De forma simplificada, el mecanismo de la retracción hidráulica se produce en el concreto en contacto con la atmosfera, en ambiente no saturado, por evaporación progresiva del agua contenida en los poros capilares. Los meniscos que se forman en los poros tienden a buscar un estado de equilibrio en función de la humedad ambiente y de la concentración de la solución intersticial. El agua de los poros, por tensión superficial se encuentra a presión negativa, originando una tensión en el concreto que tiende a acortarlo.

Se trata de una deformación a largo plazo que produce el acortamiento de la pieza, y si dicho acortamiento esta impedido por determinadas coacciones, aparecen tensiones de tracción que fisuran el concreto, cuando superan su resistencia. Este tipo de fisuras, también pueden aparecer coincidiendo con cambios bruscos de cuantía mecánica.

Las fisuras de retracción suelen ser de abertura pequeña y uniforme, de 0,05 a 0,2 mm, trazado rectilíneo y su separación es regular. En piezas rectas envolverán a la sección en toda su altura. La aparición de estas fisuras es retardada en el tiempo, al final de la fase de endurecimiento, pudiendo ser semanas, meses, o incluso años.

a) Fisuración transversal en losas

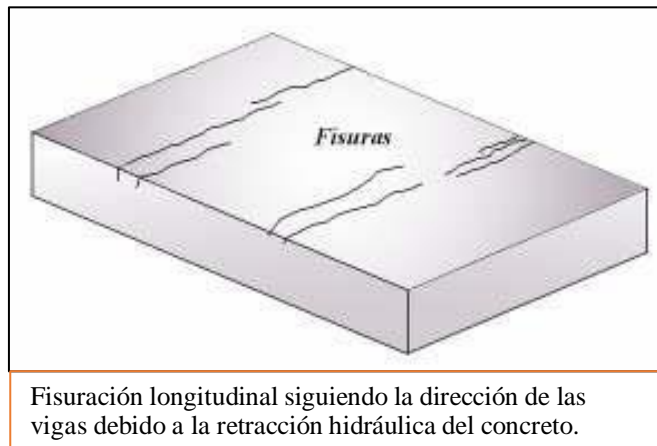
Pueden aparecer cuando están asociadas a vigas que actúan como líneas de coacción, tal como indica la Figura. Normalmente se presentan uniformemente repartidas a lo largo de la pieza. No se trata de lesiones graves desde el punto de vista de la seguridad, pero las fisuras pueden afectar a la durabilidad del elemento.



b) Fisuración longitudinal siguiendo la dirección de las vigas

Esta fisuración suele aparecer en las zonas de menor espesor de concreto como es la capa de compresión, produciendo una o varias fisuras de escasa profundidad, pero que, en ocasiones, pueden llegar a atravesarla.

Este tipo de lesión es de carácter leve, aunque puede comprometer la durabilidad del elemento.



***) Variaciones Térmicas**

Las diferencias de temperatura que puede haber entre diferentes partes de una estructura, debidas a las distintas condiciones ambientales de temperatura, calor o enfriamiento, implican variaciones diferenciales de volumen en ellas, dilataciones y contracciones. Estas variaciones se producirán sobre todo en los elementos en contacto con el ambiente exterior y más en aquellos expuestos directamente a la acción del sol. Si la tensión que provocan estos cambios de volumen llega a ser excesiva, se producirán lesiones y fisuración.

a) Fisuración en losas de cubierta

Las losas de cubierta son los elementos más sensibles a las variaciones térmicas del ambiente, por lo que deben ser objeto de atención especial en una determinada inspección.

Los movimientos térmicos de dilatación producen fisuraciones en los tramos centrales de la losa, y a veces puede provocar el colapso de alguna viga. Estas lesiones serán más importantes si el aislamiento térmico es deficiente o inexistente.

Este tipo de lesiones se consideran graves si afectan a la estabilidad o comprometen la durabilidad de algún elemento.

b) Fisuración en la unión de la losa de cubierta con la fachada

Los movimientos de la losa también pueden producir fisuras horizontales en la unión con el cerramiento de fachada, justo en las esquinas del mismo. Esta lesión esta generada por la imposibilidad de la fachada de absorber los movimientos de dilatación provocados por las variaciones térmicas. Este tipo de lesión es considerada de carácter leve.

3.2.1.3) Patologías de Origen Químico

Están originadas por reacciones químicas en presencia de agua, en las que los agentes agresivos son transportados, sobre todo desde el exterior, hacia las sustancias reactivas del concreto. Estas reacciones químicas conducen a un deterioro de la calidad del concreto.

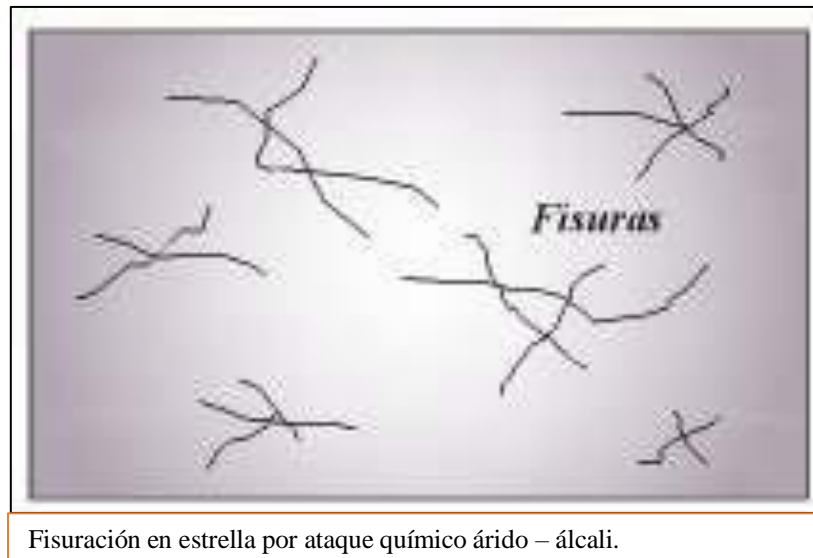
****) Ataque Químico Árido-Álcali***

Algunos áridos contienen reactivos como la sílice que reaccionan con los álcalis del cemento, dando lugar a la formación de un gel que, en presencia de agua, puede originar una expansión capaz de fisurar el concreto.

a) Fisuración en estrella

La formación del gel expansivo da lugar a la aparición de un tipo de fisuras en el concreto con una distribución en forma de estrellas. Estas fisuras, también se identifican por la exudación de un gel cristalino y el hinchamiento de la superficie del concreto.

Son lesiones de carácter leve desde el punto de vista de la seguridad, aunque pueden comprometer la durabilidad del concreto.



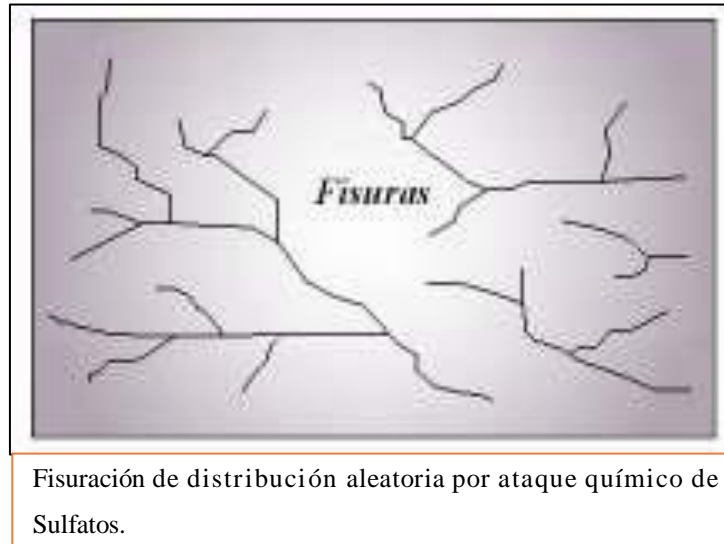
****) Ataque Químico por sulfatos***

Los sulfatos disueltos en el agua reaccionan con algunos componentes del cemento, (calcio, aluminatos, otros), formando sales expansivas.

a) Fisuración de distribución aleatoria

La formación de sales expansivas provoca la aparición de un tipo de fisuras en el concreto con una distribución aleatoria. Estas fisuras se identifican por la aparición de depósitos de sales de color blanco en los bordes de las mismas.

Son lesiones de carácter leve desde el punto de vista de la seguridad, aunque pueden comprometer la durabilidad del concreto.



****) Ataque Químico por aguas y ácidos (Lixiviación)***

Es una forma de erosión por lavado continuado de sustancias del cemento hidratado.

El caso más conocido es el ataque por aguas puras.

a) Áridos vistos, lavado superficial y descalcificación

La principal consecuencia de la lixiviación es la reducción del espesor del recubrimiento. Si las armaduras quedan vistas, el ácido o el agua pueden alcanzarla y provocar una corrosión importante. Si no hay cloruros presentes en el concreto, estos ataques impiden el desarrollo de la carbonatación. Son lesiones de carácter leve desde el punto de vista de la seguridad, aunque comprometen la durabilidad del concreto.

3.2.2) Patologías de la Armadura

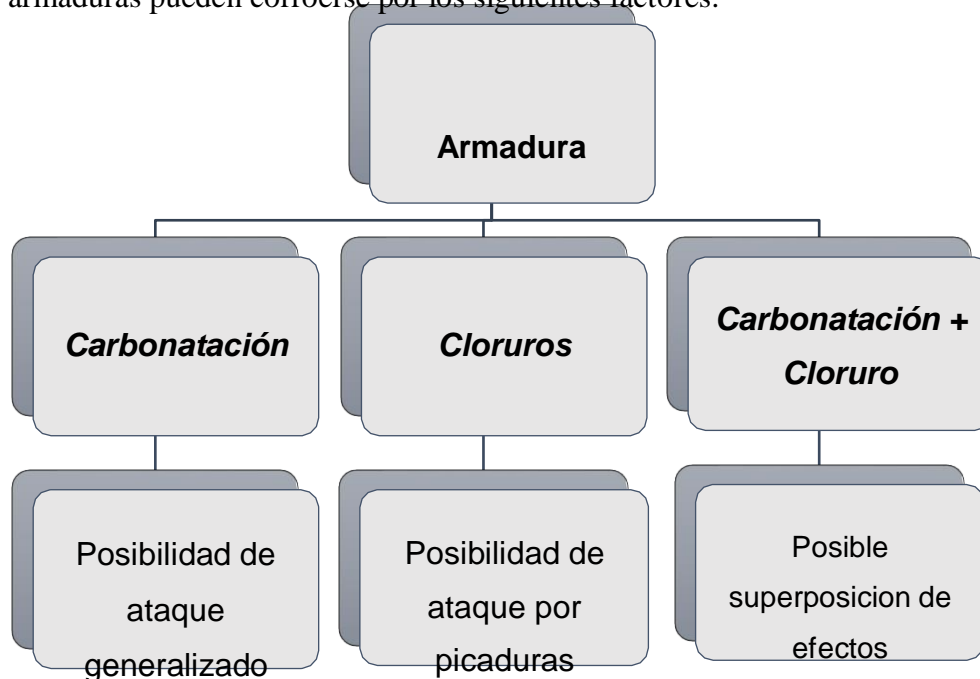
3.2.2.1) Patologías de Origen Electroquímico

Normalmente, están originadas por procesos de corrosión, desarrollados por ataques químicos al concreto, (carbonatación y contaminación por cloruros), que producen el deterioro de la armadura embebida en él.

*) Factores desencadenantes de la corrosión

En condiciones normales, el concreto provee de un ambiente protector al acero de refuerzo ya que su elevada alcalinidad ($\text{pH} > 12.5$) hace que el acero se encuentre en un estado denominado pasivo, siendo su velocidad de corrosión despreciable. Sin embargo, la presencia de agentes agresivos (cloruros, sulfatos y dióxido de carbono (CO_2)) en la superficie de las armaduras puede causar la pérdida de pasividad del acero y crear condiciones propicias para el inicio de la corrosión de las armaduras.

Las armaduras pueden corroerse por los siguientes factores:



Factores que posibilitan la corrosión en la armadura

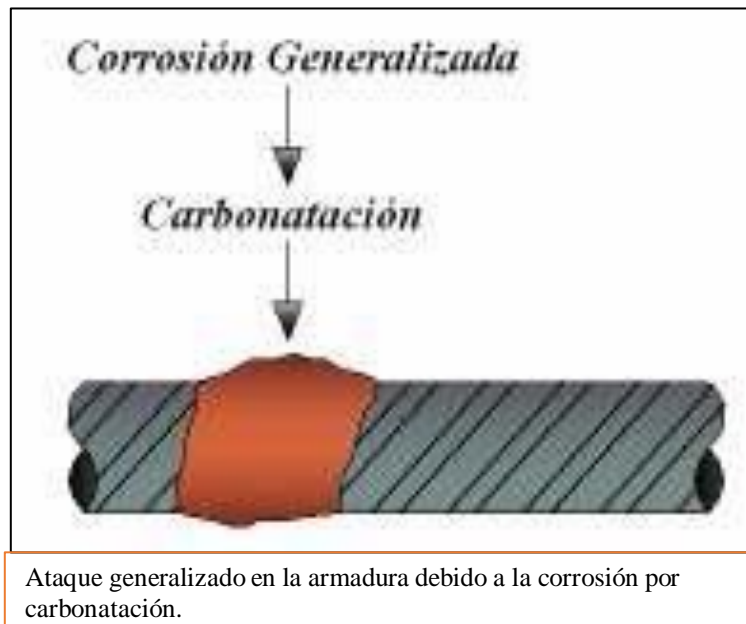
Corrosión iniciada por carbonatación

La carbonatación es el resultado de la reacción química que ocurre entre el dióxido de carbono presente en la atmosfera y ciertos productos de hidratación del cemento disueltos en la solución de los poros del concreto. Como resultado, el pH del concreto carbonatado se reduce a valores menores que 9.

Inicialmente el CO₂ no es capaz de penetrar profundamente dentro del concreto, debido a que reacciona con el pH del concreto superficial. Aunque la porción de mezcla externa del concreto se carbonata rápidamente, el CO₂ continua su ingreso a mayor profundidad y cuando el pH alrededor del acero de refuerzo es cercano a 9, la capa de óxido protector pierde su estabilidad, dando paso a la corrosión del acero.

A la profundidad que el CO₂ ha penetrado y por lo tanto que ha modificado el pH, generalmente se le llama “frente de carbonatación”.

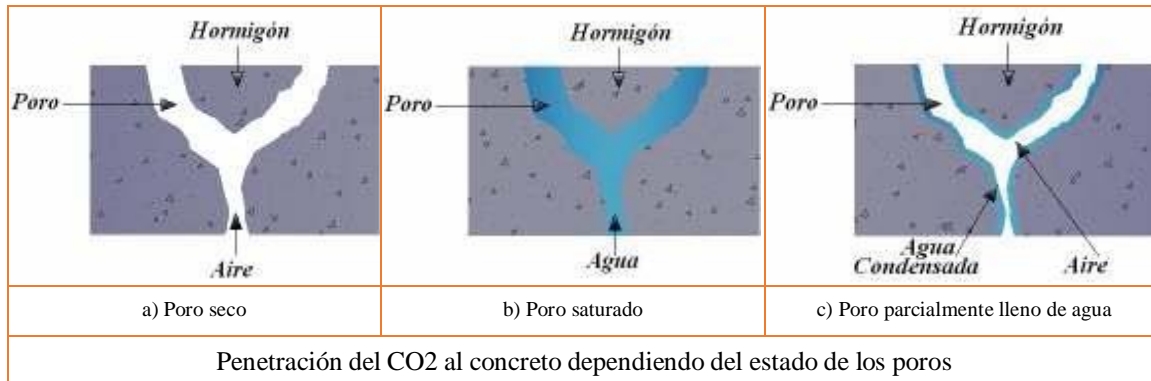
La carbonatación induce una corrosión generalizada como se puede apreciar en la Figura



Penetración de CO₂ al concreto dependiendo del estado de los poros:

- Si el poro está seco, como se muestra en la Figura 2.20a, el CO₂ se difunde fácilmente, pero la carbonatación no puede ocurrir debido a la falta de agua. Este caso solo se presenta en concreto que está sobresecado, como ocurre en climas muy secos.

- Si los poros están llenos de agua, Figura 2.20b, hay apenas alguna carbonatación debido a la poca difusión del CO₂ en agua, que es el caso de estructuras sumergidas.
- Si los poros están parcialmente llenos de agua, Figura 2.20c, la carbonatación puede proceder hasta un espesor donde los poros del concreto están secos.



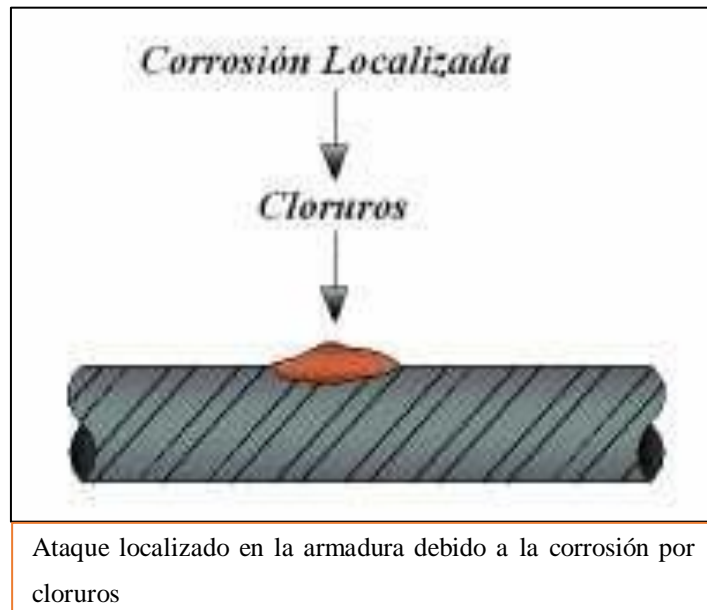
Corrosión iniciada por iones cloruro

Los iones cloruro llegan al concreto porque se añaden con sus componentes (aditivos, agua u otro) durante el amasado, o porque penetran desde el exterior a través de la red de poros, principalmente en ambientes marinos.

El ion cloruro Cl⁻ penetran en el concreto a través de la red de poros y se disuelven en el agua que contienen los poros, avanzando hacia el interior por difusión u otros mecanismos. Sin embargo, los iones cloruro disueltos en los poros pueden interactuar con las fases sólidas del concreto quedando inmobilizados, por tanto, el cloruro dentro del concreto puede encontrarse en varios estados:

- Cloruro libre: Es el que permanece disuelto en el agua que contiene los poros. Se desplaza por el interior del concreto mediante difusión u otros mecanismos.
- Cloruro ligado: Es el que permanece unido a las fases sólidas del concreto. Este cloruro queda inmobilizado, sin posibilidad de moverse hacia el interior del concreto.
- Cloruro total: Es la cantidad total de cloruro que contiene el concreto, sin hacer distinción entre cloruro libre y ligado. La concentración de cloruro total en el concreto es igual a la suma de concentraciones de cloruro libre y ligado.

El cloruro libre es el más peligroso, ya que al quedar disuelto en el agua de los poros, es capaz de despasivar la armadura e iniciar su corrosión, localizándose en determinados puntos del acero, generando un ataque localizado o por picaduras, como muestra la Figura.



Otros factores que influyen en la corrosión de las armaduras

La humedad del concreto juega un papel importante en la corrosión de las armaduras ya que favorece la penetración y disolución de los agentes agresivos y proporciona el vehículo para que la corrosión avance. Por otro lado, el recubrimiento del concreto sobre la armadura provee una barrera física contra la penetración de agentes agresivos desde el medio ambiente exterior. Su eficiencia depende fundamentalmente de dos factores:

El espesor del recubrimiento

La protección que confiere el concreto que recubre las barras de acero de una estructura de concreto armado, dependerá del grado de impermeabilidad de este, que a su vez estará dada por su compactidad y homogeneidad en esa zona.

En muchos casos esta masa de concreto no cumple con sus funciones específicas porque suele ser menos compacta y más porosa que el resto del volumen que constituye el elemento. Este fenómeno puede producirse por varias causas, siendo la más importante una mala compactación del concreto.

El espesor de esta capa de concreto es importante para garantizar la protección de la armadura, dependiendo del ambiente al cual va a estar expuesto. El Reglamento Nacional de Edificaciones (E. 060) Concreto Armado, en el capítulo 7, en su sección 7.7 recomienda los siguientes recubrimientos mínimos:

CONDICION	RECUBRIMIENTO MINIMO (mm)
a) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él	70 mm
b) Concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie: Barras de 3/4" y mayores	50 mm
Barras de 5/8" y menores, mallas electrosoldadas	40 mm
(c) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: - Losas, muros, viguetas: Barras de 1 11/16" y 2 1/4"	40 mm
Barras de 1 3/8" y menores	20 mm
- Vigas y columnas: Armadura principal, estribos y espirales	40 mm
- Cáscaras y losas plegadas: Barras de 3/4" y mayores	20 mm
Barras de 5/8" y menores	15 mm
Mallas electrosoldadas	15 mm

El diseño de mezcla

El concreto debe ser sólido, homogéneo, compacto, resistente y poco poroso. Bajas relaciones agua/cemento y altos contenidos de cemento garantizan un concreto de buena calidad.

La relación agua/cemento está directamente relacionada con la permeabilidad del concreto, una mayor relación agua/cemento genera un concreto más permeable y por lo tanto, posibilita la corrosión.

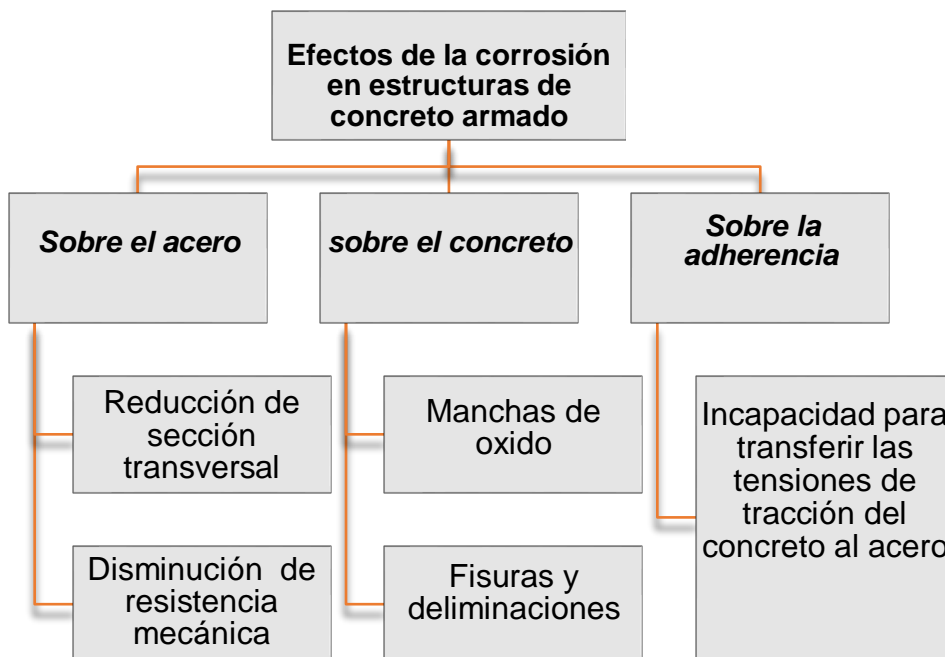
3.1.2) Efectos de la corrosión

La corrosión se define como “la reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades”. Para el acero embebido en el concreto, la corrosión da como resultado la formación de óxido que tiene de 2 a 4 veces el volumen del acero original y la pérdida de sus óptimas propiedades mecánicas. La corrosión produce además descascaramiento y vacíos en la superficie de refuerzo, reduciendo la capacidad resistente como resultado de la reducción de la sección transversal.

El acero se utiliza en el concreto armado para aportarle las resistencias a la tracción que son necesarias en el concreto estructural. Esto evita la falla de las estructuras que están sujetas a esfuerzos de tensión y flexión debido a cargas muertas, sismos, vientos, ciclos térmicos, entre otros. Sin embargo, cuando el refuerzo se corroe, la formación de óxido conduce a la pérdida de adherencia entre el acero y el concreto y la consecuente delaminación y exfoliación.

Todos estos efectos pueden afectar la integridad de la estructura, por lo que es imprescindible realizar revisiones y evaluaciones.

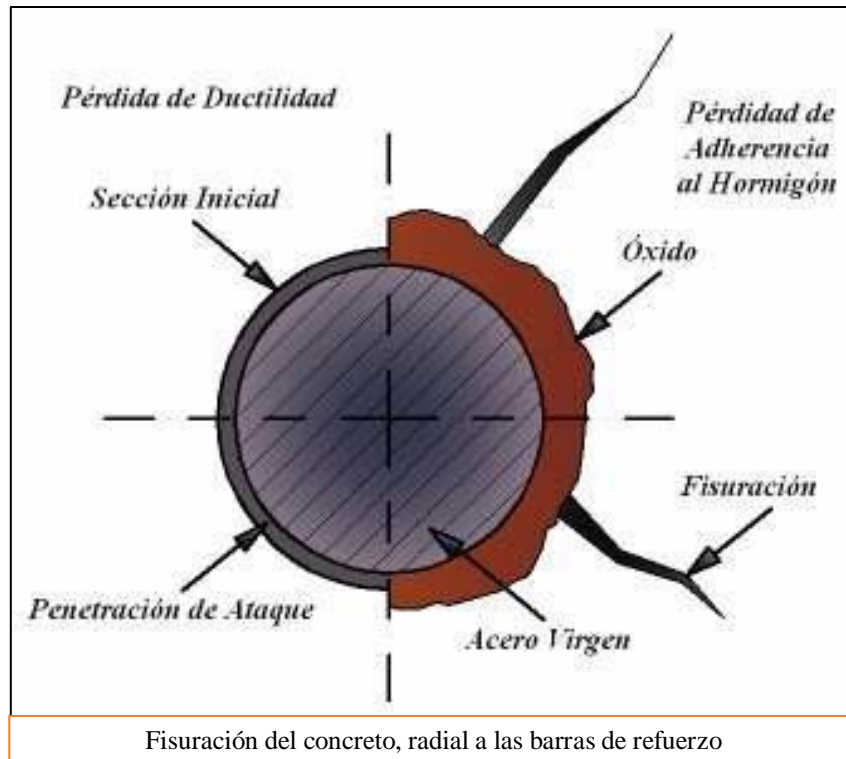
Los efectos de la corrosión sobre estructuras de Concreto Armado pueden apreciarse en la siguiente Figura.



Efectos de la corrosión en estructuras de Concreto Armado

Fisuras por corrosión de armaduras

En el proceso de corrosión, los iones óxido e hidróxido que se forman tienen un volumen mucho mayor que el de los iones metálicos originales, es así que este aumento de volumen causa altas tensiones que tienden a hacer explotar el concreto que está alrededor de las barras de refuerzo, resultando en una fisuración radial a estas. Estas fisuras explosivas se pueden propagar a través de la barra de acero, provocando la aparición de fisuras longitudinales o un astillamiento del concreto.



a) Fisuración longitudinal marcando la posición de la armadura principal

Es debida a procesos de corrosión de las armaduras y en procesos avanzados incluso se puede ocasionar pérdida parcial de recubrimiento. La generación de óxido en el proceso corrosivo implica, lógicamente, la pérdida de sección de acero en las armaduras y, por tanto, la pérdida de capacidad resistente de forma progresiva; de ahí el carácter grave de estas fisuras.

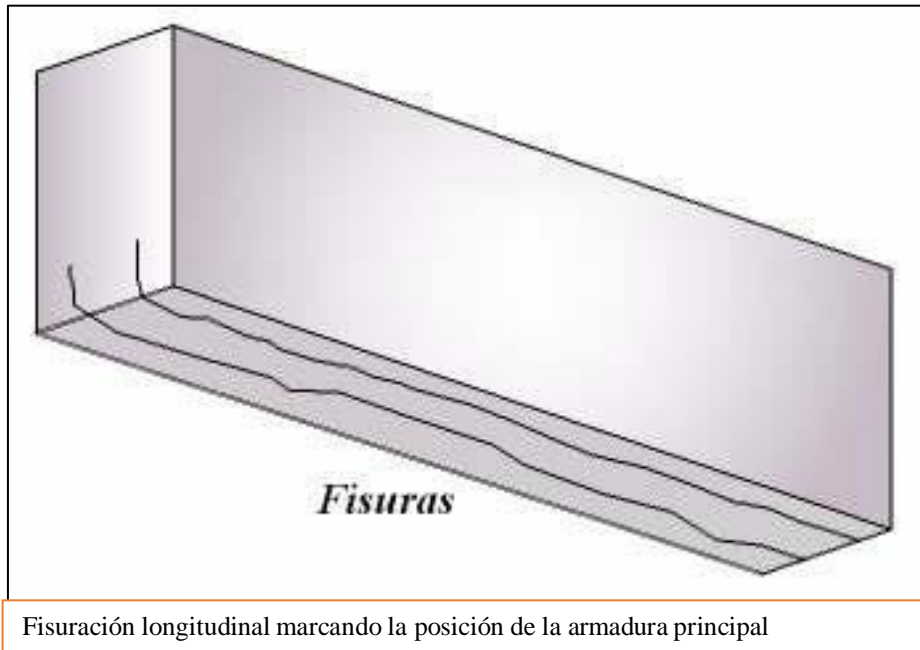
Cabe indicar que la corrosión de armaduras se presenta probablemente como el mayor porcentaje en cuanto a las lesiones que suelen aparecer en estructuras existentes.

La gravedad del daño está en función de la pérdida de sección de la armadura y la pérdida de adherencia de esta con el concreto, circunstancia difícil de evaluar.

En muchos casos la evaluación del daño y por ende el nivel de actuación que se derive estará supeditado a la inspección mediante cata para cuantificar el orden de magnitud de la pérdida de sección de la armadura.

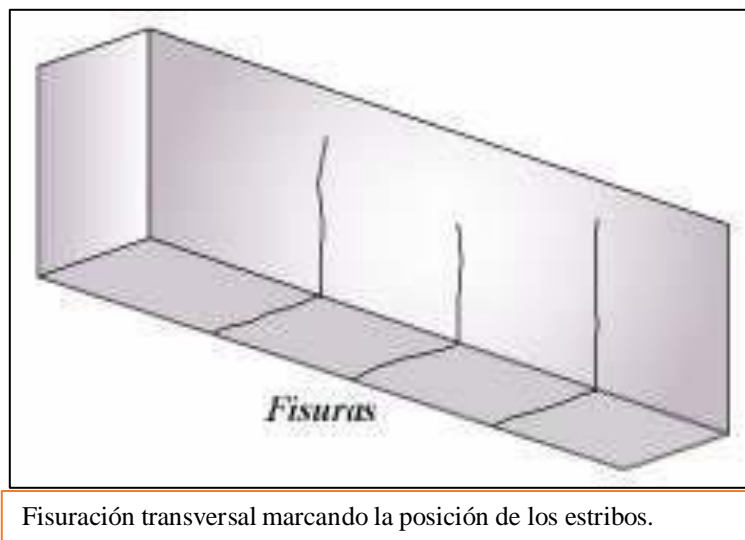
En elementos armados se considerara de carácter grave cuando se observe pérdida considerable de sección, y de carácter leve cuando se observe ligera pérdida de sección. La experiencia acumulada

en los últimos años indica que este tipo de lesión es la más frecuente y con una mayor incidencia en elementos fabricados con cemento aluminoso.



b) Fisuración transversal marcando la posición de los estribos

Se producen fisuras marcando la localización de los estribos y son debidas a oxidación o corrosión de los estribos o armaduras de posicionamiento por falta de recubrimiento o por carbonatación del mismo y, generalmente, van acompañadas de manchas de óxido.

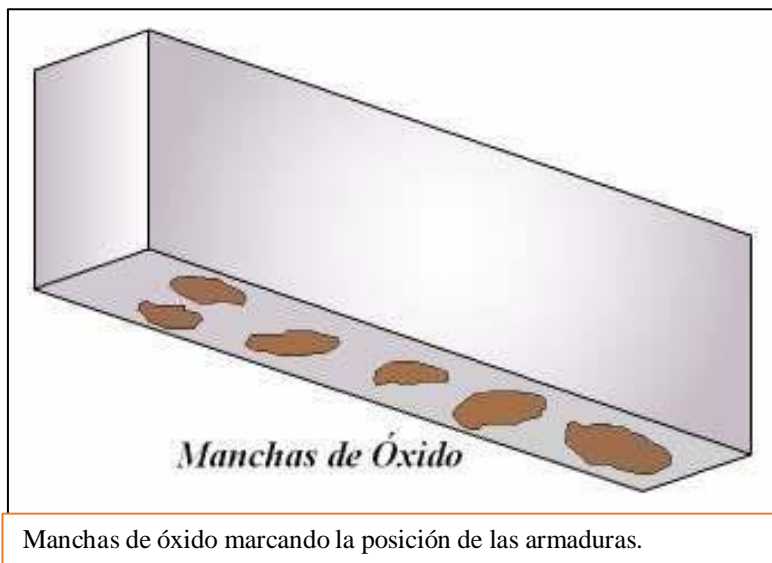


Manchas de óxido marcando la posición de las armaduras

Indican la existencia de corrosión, o el inicio de la misma, de forma más o menos local o generalizada. Puede haber pequeñas manchas, regularmente espaciadas marcando la posición de los estribos que forman la armadura transversal, en una viga o una columna.

Las manchas de óxido se pueden extender, indicando la existencia de un proceso de corrosión de las armaduras principales. Manchas muy concentradas en determinados puntos, pueden suponer la presencia de corrosión por picaduras en la armadura.

Este tipo de lesión puede considerarse de carácter leve, aunque son indicativas de posibles afecciones futuras, por tanto, requieren un seguimiento de su evolución.



Reducción de la sección de la armadura de acero

El primer efecto directo de la corrosión en un elemento de acero, es la disminución de su sección debido al propio proceso. La corrosión también puede reducir el alargamiento del acero sometido a la máxima carga y puede afectar en consecuencia la ductilidad de la estructura, haciendo por lo tanto estructuras más sensibles a la rotura frágil.

Dependiendo de las características del agente agresivo, la corrosión de las armaduras y su influencia en la sección transversal es muy diferente. Mientras la carbonatación del concreto provoca una penetración de ataque homogénea, el ataque por cloruros produce ataques localizados conocidos como picaduras que llevan a una reducción significativa de la sección transversal.

Reducción de la tensión de adherencia entre armadura y concreto

La acción combinada del concreto y acero en la sección de concreto armado, esta basada en la adherencia entre ambos materiales, que se ve afectada por la corrosión a través de diversos mecanismos:

- Fisuración en el concreto.
- Cambios de las propiedades de la interfaz acero-concreto.
- Corrosión de los estribos.

La velocidad de desarrollo de estos fenómenos es función de parámetros diferentes como la intensidad de la corrosión actual, el tipo de agresivo, la humedad medioambiental, el tiempo desde que el periodo de la propagación ha comenzado, y el despiece de armadura o idoneidad de detalles estructurales.

Niveles de Daños de una Columna Dañado por Corrosión.

Nivel A: Se ha producido pérdida de sección en las barras principales del 1 %. Aparecen ligeras fisuras longitudinales en las esquinas, coincidiendo con la posición de las barras, y no transversales en el plano de los estribos.

Nivel B: La corrosión de las barras principales ha dado lugar a una pérdida de sección del 5 %. El hormigón de las esquinas de columnas y vigas se desprende y la armadura principal queda al aire libre. Aparecen fisuras coincidiendo con el plano de los estribos. Debido a la capa de herrumbre formada, las barras principales pierden adherencia con el hormigón.

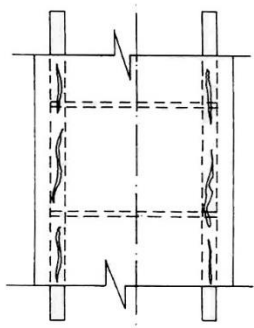
Nivel C: La pérdida de sección en las barras principales es del 25 %. El hormigón de la zona de estribos se desprende y éstos quedan al aire libre. Hay pérdida de anclaje frente a pandeo y adherencia de las barras con el hormigón. Se supone que el hormigón se ha debilitado en una profundidad de un centímetro como consecuencia de la corrosión.

Nivel D: Se ha producido rotura de los estribos. Las barras principales no trabajan a compresión y pandean.

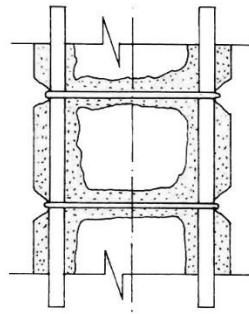
En el Cuadro 1 se puede apreciar la estimación pseudo-cuantitativa de la relación de capacidad para elementos dañados por corrosión de armaduras, en función de los cuatro niveles de daños considerados:

CONSTRUCCIÓN	NIVEL DE DAÑOS			
	A	B	C	D
Nueva	0,95	0,80	0,60	0,35
Antigua	0,85	0,70	0,50	0,25

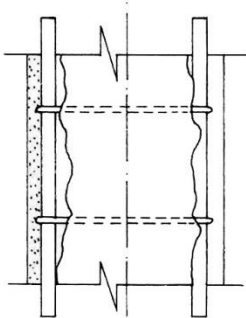
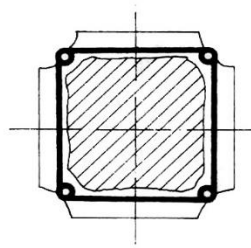
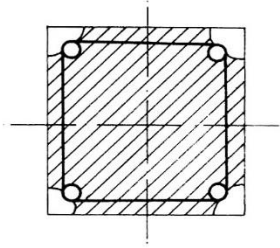
Cuadro 1: *Relación de capacidad de elementos estructurales dañados por corrosión.*



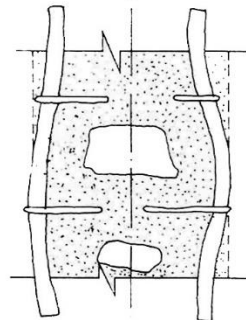
Nivel "A"



Nivel "C"



Nivel "B"



Nivel "D"

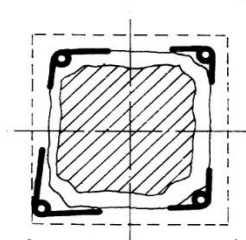
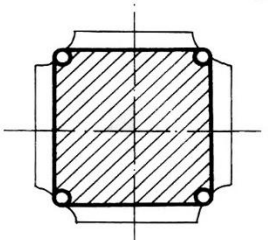


Figura 1: Niveles de daños en una columna afectada por corrosión.

IV) INSPECCIÓN VISUAL Y REALIZACIÓN DE ENSAYOS A ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

4.1) Introducción

La inspección preliminar en un edificio y/o elemento, es una primera aproximación que tiene por finalidad analizar el estado actual de la estructura del edificio, la presencia de lesiones o fallas en la estructura principal o secundaria del mismo y la presencia de factores de deterioro en el concreto.

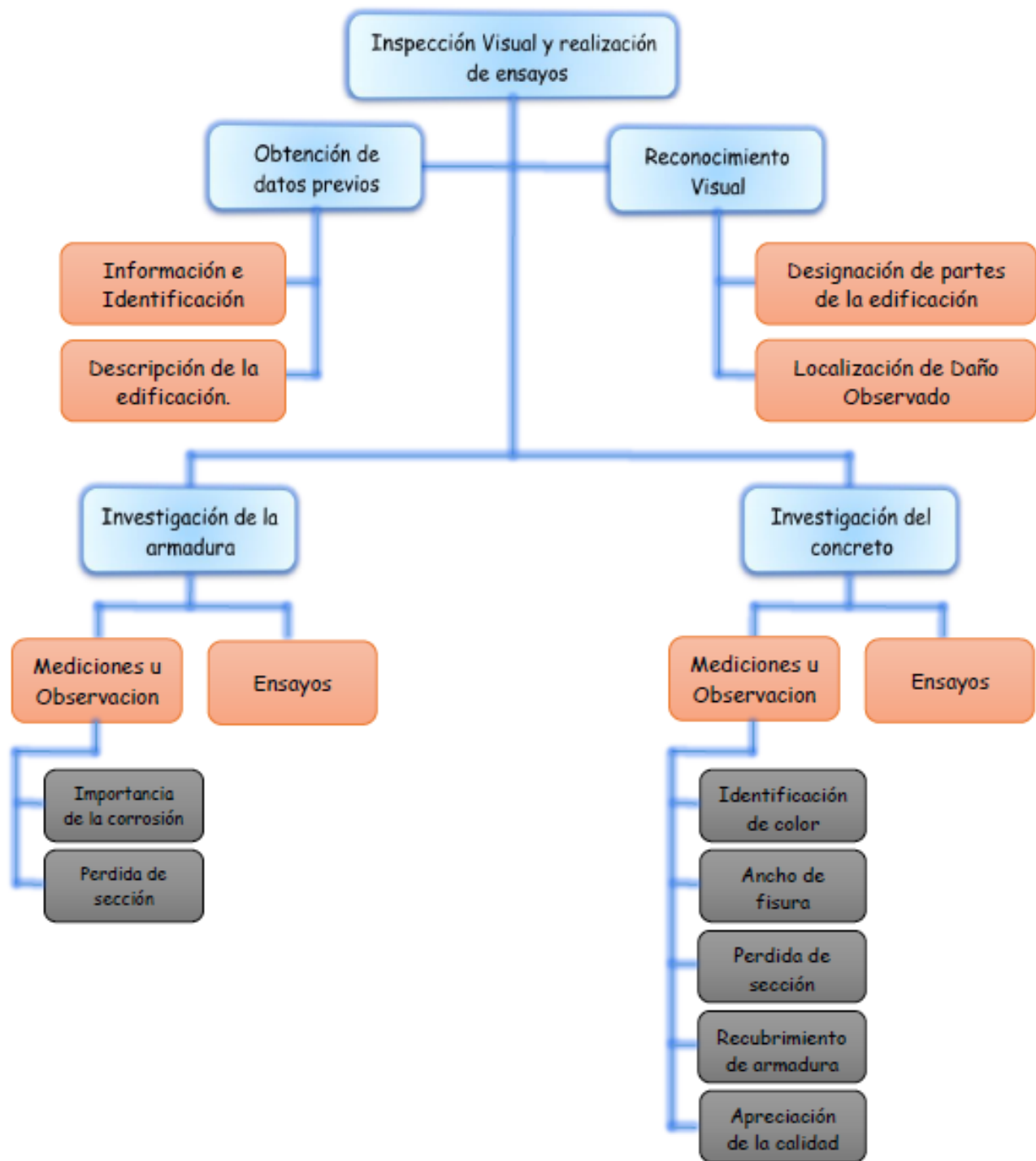
Los resultados de esta inspección provienen de un reconocimiento visual, que luego se complementaran con pruebas o ensayos "in situ" o de laboratorio sobre sus materiales componentes.

Esta inspección indicara en consecuencia:

- a) Si existen fallos o lesiones que aparentemente requieran un refuerzo o apuntalamiento inmediato de la estructura, debido a su peligrosidad y de una evaluación estructural.
- b) Si existen fallos o lesiones que aparentemente no requieran un refuerzo o apuntalamiento inmediato de la estructura, pero se recomienda una evaluación estructural.
- c) Si no existen fallos o lesiones aparentes o no es necesaria actuación inmediata, por lo que es innecesaria una evaluación estructural.

En la Figura, muestra en detalle el proceso de Inspección Visual y Realización de Ensayos.

4.2) Obtención de datos previos



Para el desarrollo de esta tesis, primero tenemos que analizar la zona donde se ubican las instituciones educativas públicas.

2.1) Distrito de Pimentel.

Es uno de los 20 distritos de la Provincia de Chiclayo, ubicada en el Departamento de Lambayeque, bajo la administración del Gobierno regional de Lambayeque, Perú.

- **Capital:** Su capital, el pueblo de Pimentel, se ubica a 4 msnm

- **Superficie:** Total 66,53 km²

- **Población (2007):** Total 32.346 hab

- **Densidad:** 486,19 hab/km²

- **Relieve:** Es llano, con suaves ondulaciones, encontrándose pequeños cerros como Pimentel y El Molino. Sus playas son bajas y arenosas.

- **Clima:** Es templado, con moderado calor al medio día, atemperado por suaves vientos y por la cercanía del mar. Normalmente no caen lluvias.

- **Recursos naturales**

Presenta suelos aptos para el cultivo, además de pastos naturales y tierras eriazas de característica salitrosa.

Su flora es rala y formada por especies de poca altura, siendo escasa en las cercanías del mar. Tenemos hierbas pequeñas como el melón de oso, el moco de pavo, la verbena, la amapola, la malva, la pluma de garza y otras más.

Su fauna terrestre es escasa, predomina más la marítima con abundantes variedades de peces, crustáceos y mamíferos marinos.



- **Instituciones Educativas Públicas en el Distrito de Pimentel:**

Tenemos:

- a) Fermín Ávila Morón (11256).
- b) Angelitos de Jesús (070).
- c) San Martín de Porras (10014).
- d) San Isidro (11013).
- e) Manuel Gonzales Prada

4.3) Descripción de las instituciones educativas:

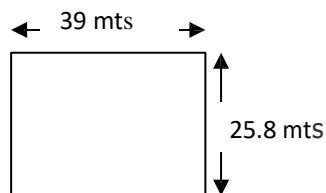
a) *Fermín Ávila Morón (11256).*

- **Ubicación:** Carretera Fermín Ávila Morón Mz. D Lote 18
- **Directora:** Lic. Elizabeth García Monja
- **Edad de la Estructura:** 30 años
- **Nivel de Educativo:** Nivel Primario
- **Tipología de la Estructura:** Porticada
- **Descripción de la Institución Educativa:** La institución educativa Fermín Ávila Morón cuenta con:

- **6 aulas:** 1°, 2°,3°, 4°, 5° y 6° una aula por cada grado.
- **Dirección.**
- **Comedor.**
- **Quiosco.**
- **Baños.**
- **Patio.**

La institución educativa está compuesta por columnas, vigas, muros de ladrillos y su techo es de eternit.

- **Área:**



$$= 39 * 25.8 = 1006.2 \text{ mts}^2$$

- Sesión de fotos de la institución educativa Fermín Ávila Morón

Ubicación de la Institución Educativa:



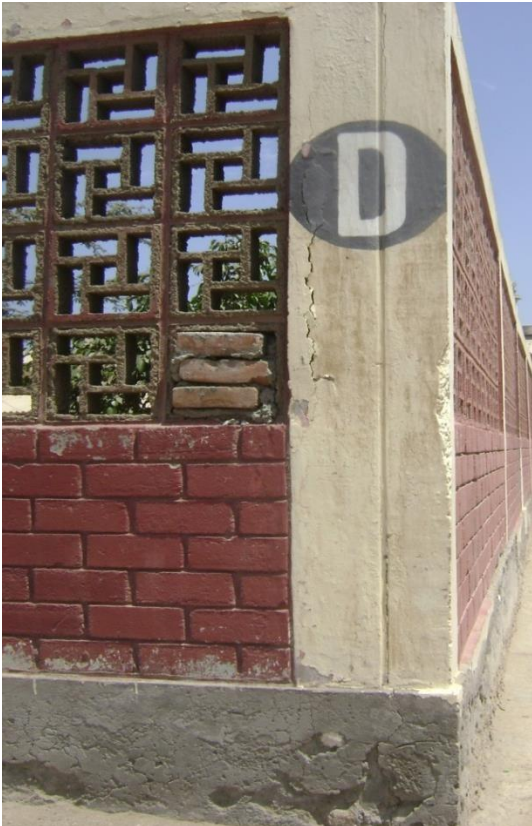
Estado Actual de la Institución Educativa:



Fig. Entrada a la Institución educativa Fermín Ávila Morón.

Estado Actual de la Infraestructura.







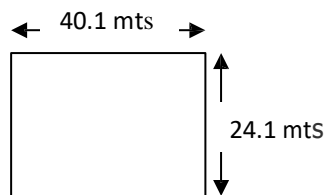
b) Angelitos de Jesús (070).

- **Ubicación:** Jr. Fermín Ávila Morón Mz. V Lote 1
- **Directora:** Lic. Silvia Villarreal Ruiz.
- **Edad de la Estructura:** 30 años
- **Nivel de Educativo:** Nivel Inicial
- **Tipología de la Estructura:** Porticada
- **Descripción de la Institución Educativa:** La institución educativa Angelitos de Jesús cuenta con:

- **3 aulas:** niños de 3, 4 y 5 años.
- **Dirección.**
- **Comedor.**
- **Guardianía.**
- **Baños.**
- **Patio.**
- **Almacén**

La institución educativa está compuesta por columnas, vigas, muros de ladrillos y su techo es de eternit.

- **Área:**



$$= 40.1 * 24.1 = 966.4 \text{ mts}^2$$

- Sesión de fotos de la institución educativa Angelitos de Jesús.

Ubicación de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Infraestructura.

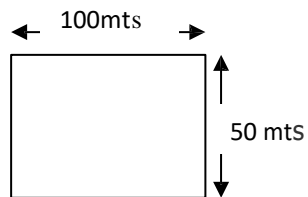


c) *San Martín de Porras (10014)*.

- **Ubicación:** Av. José Leonardo Ortiz 300
- **Director(a):** Lic. Juan Fernández Cueva
- **Edad de la Estructura:** 30 años
- **Nivel de Educativo:** Nivel Primario
- **Tipología de la Estructura:** Porticada
- **Descripción de la Institución Educativa:** La institución educativa San Martín de Porras cuenta con:

- **12 aulas antiguas**
- **3 aulas nuevas**
- **Dirección**
- **Baño**
- **Almacén**
- **Cocina**

Área:



$$= 100 * 50 = 5000 \text{ mts}^2$$

- Sesión de fotos de la institución educativa San Martín de Porras.

Ubicación de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Infraestructura.

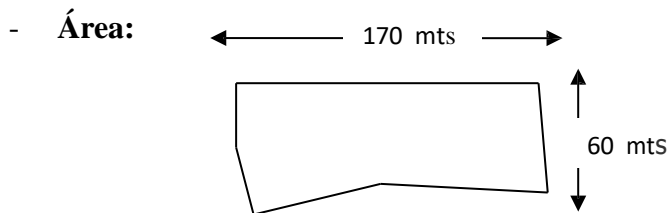


d) *Manuel Gonzales Prada.*

- **Ubicación:** Calle Bayovar
- **Directora:** Lic. Francisca Chaname Carretero.
- **Edad de la Estructura:** 40 años
- **Nivel de Educativo:** Nivel Secundario
- **Tipología de la Estructura:** Porticada
- **Descripción de la Institución Educativa:** La institución educativa Manuel Gonzales Prada cuenta con:

- 15 aulas
- Dirección.
- Comedor.
- Guardianía.
- Baños.
- Almacén

La institución educativa está compuesta por columnas, vigas, muros de ladrillos y su techo es de concreto.



$$= 10720 \text{ mts}^2$$

- Sesión de fotos de la institución educativa *Manuel Gonzales Prada*.

Ubicación de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Infraestructura.



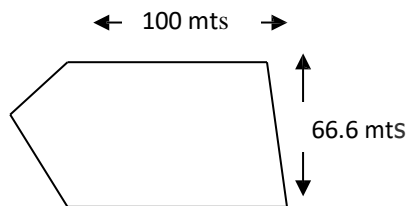


e) *San Isidro (11013).*

- **Ubicación:** Kilometro 7.5 carretera Pimentel.
- **Directora:** Lic. Marta Arancibia Becerra
- **Edad de la Estructura:** 20 años
- **Nivel de Educativo:** Nivel Primario y Secundario
- **Tipología de la Estructura:** Porticada
- **Descripción de la Institución Educativa:** La institución educativa San Isidro cuenta con:
 - **13 aulas:** 6 primaria, 5 secundaria y 2 jardín.
 - **Dirección.**
 - **Cocina.**
 - **Baños.**
 - **Almacén**

La institución educativa está compuesta por columnas, vigas, muros de ladrillos y su techo es concreto.

- **Área:**



$$= 39 * 25.8 = 1006.2 \text{ mts}^2$$

- Sesión de fotos de la institución educativa *San Isidro*

Ubicación de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Institución Educativa:



Estado Actual de la Infraestructura.





4.4) Reconocimiento visual y ensayos de los Colegios Analizados.

Objetivo:

Detectar e identificar las lesiones (fisuras, grietas, humedades...) en los elementos estructurales o en aquellos otros que puedan ser origen o indicar síntomas de danos en la estructura.

Material:

- Papel para tomar notas y croquis de lo observado
- Cámara fotográfica, cinta métrica

Generalidades:

El objetivo del reconocimiento visual es detectar, identificar y calificar las lesiones (fisuras, grietas, humedades,..) en elementos constructivos, ya sean elementos estructurales o en aquellos otros que puedan indicar síntomas de danos en la estructura. En el caso de las armaduras, además de identificarse los danos observados por inspección visual, también se realizarán pruebas y ensayos.

Las lesiones y sus síntomas son los signos que manifiestan el deterioro de las estructuras o sus elementos componentes, y constituyen los indicadores que se deben describir y evaluar en una inspección.

Antes de iniciar el reconocimiento visual, es necesario realizar algunos pasos previos cuyo objetivo principal es denominar las distintas partes de la edificación (institución educativa) para su correcta identificación posterior.

Designación de partes de la edificación:

Antes de comenzar la inspección debe establecerse una designación de las partes de la edificación:

Sobre un croquis de la planta de la edificación (plano), se identificaran columnas, vigas u otros elementos, asignándole una numeración correlativa, por ejemplo: para Columnas (A1, A2,...) y para Vigas (B1, B2...), etc.

Realización del reconocimiento visual:

Se deben revisar los elementos ubicados en las áreas de la edificación que pueden suponer mayor riesgo. Hay que destacar que, en consecuencia, esta inspección esta sesgada y dirigida a los puntos críticos de modo que puedan identificarse las circunstancias más desfavorables, ya que el muestreo y el número de pruebas pueden ser reducidos, dependiendo del presupuesto destinado a ello.

En los esquemas, plantas y secciones utilizadas para la descripción de la edificación, se localizarán los daños observados. Además, se incluirán fotografías de las lesiones detectadas.

En el reconocimiento visual de las distintas unidades de inspección, se realizará una calificación del daño observado en cada elemento inspeccionado. Las posibles calificaciones a asignar a cada daño observado son las siguientes: Despreciable, Bajo, Moderado y Alto, de acuerdo a lo indicado en las Tablas C.1, C.2.

A continuación, se muestra la simbología utilizada en las Tablas de calificación de daños:

SIMBOLOGÍA DE TABLAS

(*):	Despreciable :	Sin fisuras, Pérdida de sección $\leq 1\%$, Sin corrosión.
	Bajo:	Fisuras $< 0,3$ mm, Pérdida de sección $>1\% - 5\%$, Óxido superficial.
	Moderado :	Fisuras $\geq 0,3$ mm, Pérdida de sección $>5\% - 10\%$, Óxido capa fina.
	Alto:	Desprendimiento en lascas, Pérdida de sección $>10\%$, Óxido capa gruesa.
(**):	Despreciable:	Sin expansión y resistencia muy alta a la demolición.
	Bajo:	Expansión $< 0,3$ mm y resistencia alta a la demolición.
	Moderado:	Expansión $> 0,3$ mm y resistencia media a la demolición.
	Alto:	Expansión $> 2,0$ mm y resistencia baja a la demolición.
(***):	Despreciable:	Sin manchas.
	Bajo:	Humedad esporádica.
	Moderado:	Permanentemente húmedo.
	Alto:	Presencia de hongos.

Elemento Estructural	Síntomas	Localización	Código	Causa probable	Calificación de daño	Origen	Material
Vigas	Fisuras transversales	Cara inferior, en el centro	V1	Falta Resistencia a Tracción	Alto	Mecánico	Concreto
		Cara superior marcando la posición de los estribos	V2	Asentamiento Plástico	Bajo	Higrotérmico	Concreto
		Distribuidas uniformemente o en cambios bruscos de cuantía mecánica	V3	Retracción Hidráulica	Bajo	Higrotérmico	Concreto
		Tramos centrales	V4	Variaciones Térmicas	Moderado	Higrotérmico	Concreto
			V5	Corrosión de las Armaduras	(*)	Electroquímico	Armadura

		Distribuidas uniformemente marcando la posición de los estribos					
Fisuras longitudinales		Cara superior en el centro	V6	Falta Resistencia a Compresión	Alto	Mecánico	Concreto
		Cara superior marcando la posición de las armaduras principales	V7	Asentamiento Plástico	Bajo	Higrotérmico	Concreto
		Cara superior marcando la posición de las armaduras principales	V8	Corrosión de las Armaduras	(*)	Electroquímico	Armadura
	Fisuras inclinadas	Alma cerca de apoyos	V9	Falta Resistencia a Cortante	Alto	Mecánico	Concreto

Tabla C.1 : Calificaciones de daños asignados a fisuras observadas en vigas

Elemento Estructural	Síntomas	Localización	Código	Causa probable	Calificación de daño	Origen	Material
Columnas	Fisuras transversales	No pasantes distribuidas uniformemente	P1	Falta Resistencia a Tracción	Alto	Mecánico	Concreto
		Cabeza de la columna marcando la posición de los estribos	P2	Falta Resistencia a flexocompresion	Bajo	Higrotérmico	Concreto
		No pasantes distribuidas uniformemente	P3	Asentamiento Plástico	Bajo	Higrotérmico	Concreto
		Distribuidas uniformemente marcando la posición de los estribos	P4	Variaciones Térmicas	(*)	Electroquímico	Armadura

	Fisuras longitudinales	Esquinas marcando la posición de la armadura principal	P5	Corrosión de las Armaduras	(*)	Electroquímico	Armadura
		Mitad superior	P6	Falta Resistencia a compresión	Alto	Mecánico	Concreto
	Fisuras inclinadas	Mitad superior	P7	Falta Resistencia a Cortante	Alto	Mecánico	Concreto

Tabla C.2 : Calificaciones de daños asignados a fisuras observadas en Columnas

4.4.1) Calificación de Daños de las Instituciones Educativas Públicas del Distrito de Pimentel.

- En las Instituciones Educativas del distrito de Pimentel, se observaron varios daños mayormente en columnas, el análisis del daño en cada elemento estructural se hará de cada colegio siguiendo el siguiente orden:
 - a) *Institución Educativa San Isidro*
 - b) *Institución Educativa San Martin de Porras*
 - c) *Institución Educativa Manuel Gonzales Prada*
 - d) *Institución Educativa Angelitos de Jesús*
 - e) *Institución Educativa Fermín Ávila Morón*

- En la cual en los planos adjuntos se hicieron las distribuciones de las columnas y vigas con sus respectivos nombres para poder identificarlas y se haga más fácil este proceso. (Anexos, A-1; A-2; A-3; A-4; A5)

a) Institución Educativa San Isidro (11013):

- Edad de la estructura: 20 años.
- Lo analizamos en 3 partes:

Nivel Primario

Nivel Secundario

Cerco Perimétrico.

NIVEL PRIMARIO	
Columna	Código
A – 1	P3
A – 2	Buen Estado
A – 3	Buen Estado
A – 4	Buen Estado
A – 5	P3
A – 6	P3
A – 7	Buen Estado
A – 8	Buen Estado
A – 9	Buen Estado
A – 10	P3
B – 1	P3
B – 2	Buen Estado
B – 3	Buen Estado
B – 4	Buen Estado
B – 5	P3
B – 6	P3
B – 7	Buen Estado
B – 8	P3
B – 9	Buen Estado
B – 10	P3

NIVEL SECUNDARIA	
Columna	Código
A – 1	Buen Estado
A – 2	P3
A – 3	Buen Estado
A – 4	Buen Estado
A – 5	Buen Estado
A – 6	Buen Estado
A – 7	P3
B – 1	Buen Estado
B – 2	Buen Estado
B – 3	P3
B – 4	Buen Estado
B – 5	P4
B – 6	Buen Estado
B – 7	Buen Estado
C – 1	P4
C – 2	Buen Estado
C – 3	Buen Estado
C – 4	P3
C – 5	Buen Estado
C – 6	Buen Estado
C – 7	P3
C – 8	Buen Estado
C – 9	P3
D – 1	Buen Estado
D – 2	Buen Estado
D – 3	P3
D – 4	Buen Estado
D – 5	Buen Estado
D – 6	P3
D – 7	Buen Estado
D – 8	P3
D – 9	Buen Estado

Cerco Perimétrico:



La Parte 1:

Contiene 17 columnas de concreto

Columnas	Código
6	Buen Estado
2	P4 , P5
9	P3

La Parte 2:

Contiene 16 columnas de concreto

Columnas	Código
5	Buen Estado
4	P4 , P5
7	P3

La Parte 3:

Contiene 27 columnas de concreto

Columnas	Código
10	Buen Estado
3	P7
5	P4
8	P5 , P3
1	P3

La Parte 4:

Contiene 24 columnas de concreto

Columnas	Código
8	Buen Estado
5	P4 , P5
8	P3
3	P7

La parte 5:

Contiene 30 columnas de concreto.

Columnas	Código
14	Buen Estado
5	P5
7	P3, P4
4	P7

b) Institución Educativa San Martín de Porras (10014):

- Edad de la estructura: 30 años.
- Lo analizamos en 2 partes:

Nivel Primario

Cercos Perimétricos.

NIVEL PRIMARIO	
Columna	Código
A – 1	Buen Estado
A – 2	P3
A – 3	P3, P4
A – 4	Buen Estado
A – 5	P3
A – 6	P3
A – 7	Buen Estado
A – 8	Buen Estado
A – 9	P3
A – 10	Buen Estado
A – 11	P3
B – 1	P3, P4
B – 2	Buen Estado
B – 3	P3
B – 4	P3
B – 5	P3
B – 6	Buen Estado
B – 7	P3
B – 8	Buen Estado
B – 9	Buen Estado
B – 10	P3
B – 11	Buen Estado
C – 1	P3
C – 2	P4,P3
C – 3	P3
C – 4	Buen Estado
C – 5	Buen Estado
C – 6	P3
C – 7	P3
C – 8	P3
C – 9	Buen Estado

Columna	Código
D – 1	P4, P3
D – 2	Buen Estado
D – 3	P3
D – 4	P3
D – 5	Buen Estado
D – 6	Buen Estado
D – 7	P3
D – 8	Buen Estado
D – 9	P3
E – 9	P3
E – 10	Buen Estado
E – 11	P3
E – 12	Buen Estado
E – 13	P3
E – 14	P3
E – 15	Buen Estado
F – 9	Buen Estado
F – 10	P3
F – 11	P3
F – 12	Buen Estado
F – 13	Buen Estado
F – 14	P3
F – 15	Buen Estado

Cerco Perimétrico:



La Parte 1:

Contiene 11 columnas de concreto

Columnas	Código
6	Buen Estado
4	P3
1	P3,P4

La Parte 2:

Contiene 26 columnas de concreto

Columnas	Código
12	Buen Estado
5	P4 , P3
9	P3

La Parte 3:

Contiene 11 columnas de concreto

Columnas	Código
4	Buen Estado
5	P3
2	P4,P3

La Parte 4:

Contiene 26 columnas de concreto

Columnas	Código
8	Buen Estado
5	P4 , P5
8	P3
3	P7

c) Institución Educativa Manuel Gonzales Prada:

- Edad de la estructura: 40 años.
- Lo analizamos en 2 partes:

Nivel Secundario

Cerco Perimétrico.

NIVEL SECUNDARIO	
Columna	Código
A - 15	Buen Estado
A - 16	P3
A - 17	P3
A - 18	Buen Estado
B - 15	Buen Estado
B - 16	P3
B - 17	P3
B - 18	Buen Estado
C - 1	P3
C - 2	P3
C - 3	P3
D - 4	P4, P3
D - 5	P3
D - 6	Buen Estado
D - 7	P3, P4
D - 8	Buen Estado
D - 9	P3
D - 11	P4, P3
E - 1	P3
E - 2	P3
E - 3	P3
F - 4	P3
F - 5	Buen Estado
F - 6	P5,P3
F - 7	Buen Estado
F - 8	P3, P5
F - 9	Buen Estado
F - 11	P3, P4

F - 12	P3
F - 15	P3, P5
G - 12	Buen Estado
G - 15	Buen Estado
H - 12	P3, P4
H - 15	P5
I - 1	P3
I - 3	P3, P4
J - 12	Buen Estado
J - 15	Buen Estado
K - 1	P3
K - 3	P3,P5
L - 12	5
L - 15	P3
M - 12	P3,P4
M - 15	Buen Estado
N - 12	Buen Estado
N - 15	P3,P4
O - 4	P3,P5
O - 5	P3
O - 6	P3
O - 7	P3,P5
O - 8	Buen Estado
O - 9	P3
O - 11	Buen Estado
P - 12	P3,P5
P - 15	P5
Q - 4	Buen Estado
Q - 5	Buen Estado
Q - 6	Buen Estado
Q - 7	P3
Q - 8	P4
Q - 9	P3
Q - 11	P3,P4
Q - 12	Buen Estado
Q - 15	Buen Estado
R - 12	Buen Estado
R - 15	P3,P5
S - 14	P3
S - 15	P5
T - 14	P5
T - 15	P5

U - 10	P3
U - 13	P3,P5
V - 10	Buen Estado
V - 13	P3
W - 10	Buen Estado
W - 13	P5
X - 10	P3,P5
X - 13	Buen Estado
Y - 10	P5
Y - 13	Buen Estado

Cerco Perimétrico:



La Parte 1:

Contiene 26 columnas de concreto

Columnas	Código
14	Buen Estado
8	P3
4	P3,P5

La Parte 2:

Contiene 21 columnas de concreto

Columnas	Código
11	Buen Estado
5	P4 , P3
5	P3, P5

La Parte 3:

Contiene 22 columnas de concreto

Columnas	Código
7	Buen Estado
6	P3
7	P3,P5
2	P3, P7

La Parte 4:

Contiene 55 columnas de concreto

Columnas	Código
16	Buen Estado
9	P7, P3
15	P3
8	P3, P5
7	P4

La Parte 5:

Contiene 23 columnas de concreto

Columnas	Código
13	Buen Estado
4	P3
4	P3, P5
2	P7, P5

d) Institución Educativa Angelitos de Jesús (070):

- Edad de la estructura: 30 años.
- Lo analizamos en 2 partes:

Nivel Inicial

Cerco Perimétrico.

NIVEL INICIAL	
Columna	Código
A – 4	P3, P4
A – 6	P3
A – 7	Buen Estado
A – 8	Buen Estado
B – 2	Buen Estado
B – 4	P3
B – 8	P2, P3
B – 9	P3
B – 10	Buen Estado
B – 11	P3
B – 12	Buen Estado
C – 2	P3, P5
C – 4	P3
C – 8	P2, P3
C – 9	P3
C – 12	P3
D – 4	Buen Estado
D – 6	P3, P2
D – 7	Buen Estado
D – 8	P3
D – 9	P3
D – 12	Buen Estado
E – 1	P2, P5
E – 3	P3
E – 9	P3, P4
F – 1	P3
F – 3	Buen Estado
F – 9	Buen Estado
F – 10	Buen Estado
F – 11	Buen Estado
F – 12	P3

G - 1	P2, P3
G - 3	Buen Estado
H - 1	P3
H - 3	Buen Estado
I - 1	P3
I - 3	P2, P3
J - 1	P2, P5
J - 3	Buen Estado
K - 1	P3
K - 3	P3, P4
L - 1	P3
L - 3	P3
L - 5	P3, P4
M - 1	P3
M - 5	Buen Estado
N - 1	P3
N - 5	P3, P2
O - 1	Buen Estado
O - 3	P3
O - 5	Buen Estado

Cerco perimétrico:



La Parte 1:

Contiene 14 columnas de concreto

Columnas	Código
4	Buen Estado
4	P5
3	P3,P5
3	P3, P7

La Parte 2:

Contiene 8 columnas de concreto

Columnas	Código
6	P5
2	P5 , P7

La Parte 3:

Contiene 14 columnas de concreto

Columnas	Código
4	Buen Estado
5	P3, P7
4	P3,P5
3	P5

La Parte 4:

Contiene 9 columnas de concreto

Columnas	Código
4	P5
3	Buen Estado
2	P3, P5

e) Institución Educativa Fermín Ávila Morón:

- Edad de la estructura: 30 años.
- Lo analizamos en 2 partes:

Nivel Primario

Cerco Perimétrico.

NIVEL PRIMARIA	
Columna	Código
A - 1	P3
A - 3	P3
A - 5	P5
A - 6	Buen Estado
B - 1	P3
B - 3	P3
B - 5	P3
B - 6	Buen Estado
B - 10	Buen Estado
B - 11	P3
C - 1	P3, P5
C - 5	Buen Estado
C - 8	P3
C - 9	P5
C - 12	P5
D - 1	Buen Estado
D - 5	P5
D - 8	Buen Estado
D - 9	P3
D - 12	P3
E - 1	P3, P5
E - 5	P3
E - 8	P5
E - 9	P3
E - 12	P5
F - 1	P3
F - 3	Buen Estado
F - 5	P3, P5
F - 6	Buen Estado
F - 7	P3
F - 8	Buen Estado
F - 9	P3

F - 10	Buen Estado
F - 11	P3
F - 12	P3
G - 2	P5
G - 4	Buen Estado
H - 1	P3
H - 2	Buen Estado
H - 4	P3
I - 1	P3, P5
I - 2	P3
I - 4	Buen Estado
J - 1	P5
J - 2	P3, P5
J - 4	P5
K - 1	Buen Estado
K - 2	P3, P4
K - 4	P3
K - 5	Buen Estado
L - 1	P3
L - 5	P3
M - 1	P3
M - 5	P5
N - 1	Buen Estado
N - 3	P5
N - 5	P3

Cerco perimétrico:



La Parte 1:

Contiene 15 columnas de concreto

Columnas	Código
10	Buen Estado
4	P5
1	P7

La Parte 2:

Contiene 9 columnas de concreto

Columnas	Código
2	Buen Estado
7	P5

La Parte 4:

Contiene 9 columnas de concreto

Columnas	Código
6	P5
2	P3, P5
1	P5, P7

4.4.2) Realización de Pruebas y Ensayos

Objetivo

Realizar inspecciones y extraer muestras de concreto de los elementos seleccionados para realizar sobre ellos las pruebas y ensayos correspondientes, tanto in situ como en laboratorio.

Material

- Cincel, martillo, taladro, escalera o andamio, cámara fotográfica, instrumentos de medición (wincha métrica), linterna, material para limpieza de superficies (brocha, paños)

Generalidades

Además de identificarse los daños observados por inspección visual, según el apartado anterior, se debe estimar el deterioro de los materiales componentes mediante realización "in situ" de toma de muestras y pruebas, completándose con ensayos de laboratorio.

Se toman muestras con el objetivo de obtener la siguiente información:

- Conocer el tipo de Concreto utilizado.
- Estimar la calidad aparente del Concreto.
- Conocer el tipo de armadura (activa o pasiva).
- Determinar el espesor del recubrimiento.
- Determinar la profundidad del frente carbonatado.
- Graduar la importancia de la corrosión.
- Medir la pérdida de sección en las armaduras.
- Determinar el tipo de cemento.
- Determinar el contenido en cloruros.

4.4.2.1 Ensayo de Carbonatación

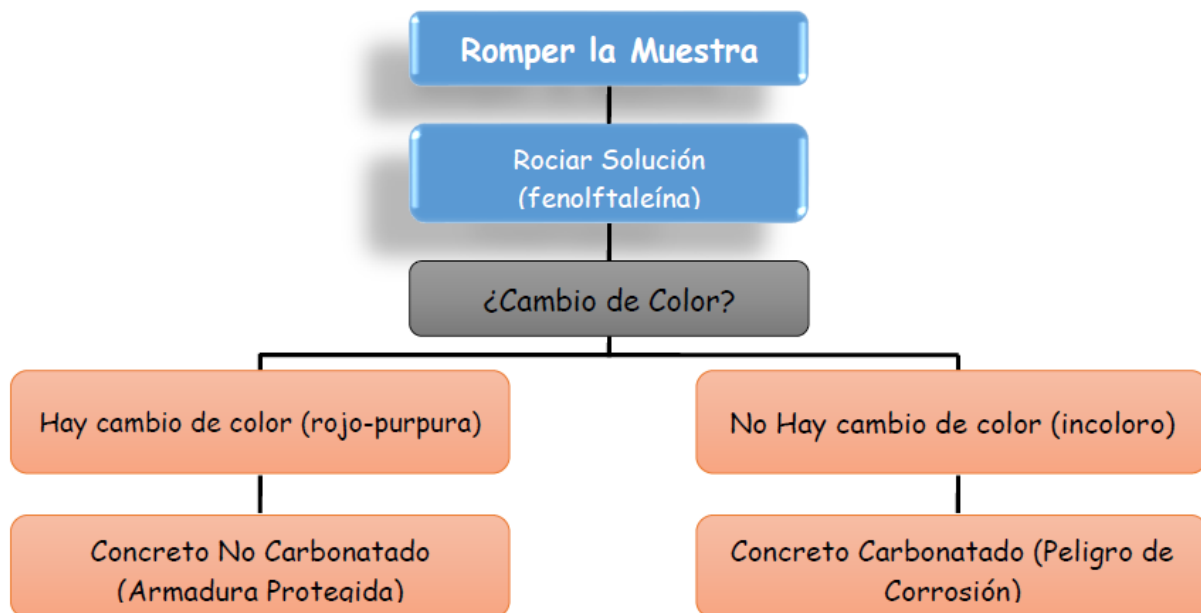
Objetivos:

- Determinar la presencia de carbonatación en el Concreto.
- Medir la profundidad del frente carbonatado.

Materiales y/o equipos

- Solución Indicadora (de fenolftaleína al 1%): Para la preparación de 500 g de esta solución se requiere, disolver 5 g de fenolftaleína en polvo en 250 g de agua destilada y 245 g de alcohol puro.
- Rociador.
- Wincha de medir.

Esquema del Proceso:



Algunas consideraciones

- Esta solución puede ser aplicada a probetas testigo o sobre el elemento estructural “in situ”.
- La superficie fracturada debe estar seca y limpia de partículas sueltas.
- La solución debe emplearse mediante pulverización y esperar de 15 a 30 minutos para observar si se aprecia coloración.

- Cuando no se aprecie coloración como resultado de la prueba, se indicara que el frente de carbonatación ha llegado hasta el nivel de la armadura (recubrimiento carbonatado).
- Para conocer la profundidad del frente carbonatado, se debe seguir profundizando hasta que se aprecie coloración. Si se supera el doble del espesor de recubrimiento

Interpretación de resultados

- La Solución Indicadora puede tomar las siguientes coloraciones:

- concreto no carbonatado: coloración rojo - púrpura o fucsia.

Valores de pH > 12.5

- Concreto con indicios de carbonatación: coloración rosa

Valores de pH entre 9 y 12,5

- Concreto carbonatado: incolora

Valores de pH < 9

- Según esta norma, la profundidad de carbonatación desde la superficie de exposición hasta la zona carbonatada se denomina d_k y considera diversas formas de determinar dicha distancia.

Existen tres formas de medir la profundidad de carbonatación d_k dependiendo de la forma en que se presente dicha carbonatación:

- Frente paralelo y regular a la superficie de exposición. En este caso la profundidad de carbonatación tiene un valor constante. Ver Figura A.4a.
- Frente paralelo e irregular a la superficie de exposición. En este caso la profundidad de carbonatación se estima como el promedio de las distintas profundidades de carbonatación. Ver Figura A.4b.
- Frente paralelo y constante, pero con una irregularidad. En este caso no se debe considerar el promedio, omitiendo así la irregularidad. Ver Figura A.4c.

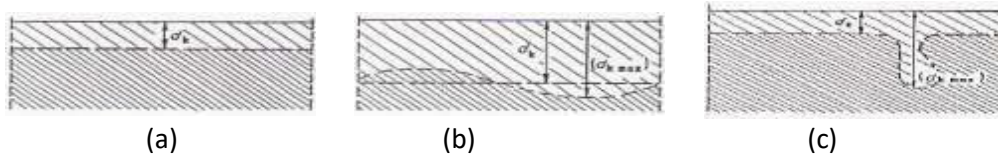


Figura A.4: Medición de profundidad de carbonatación.

Aplicación de dicho ensayo en las Instituciones Educativas del Distrito de Pimentel:

Materiales Utilizados:



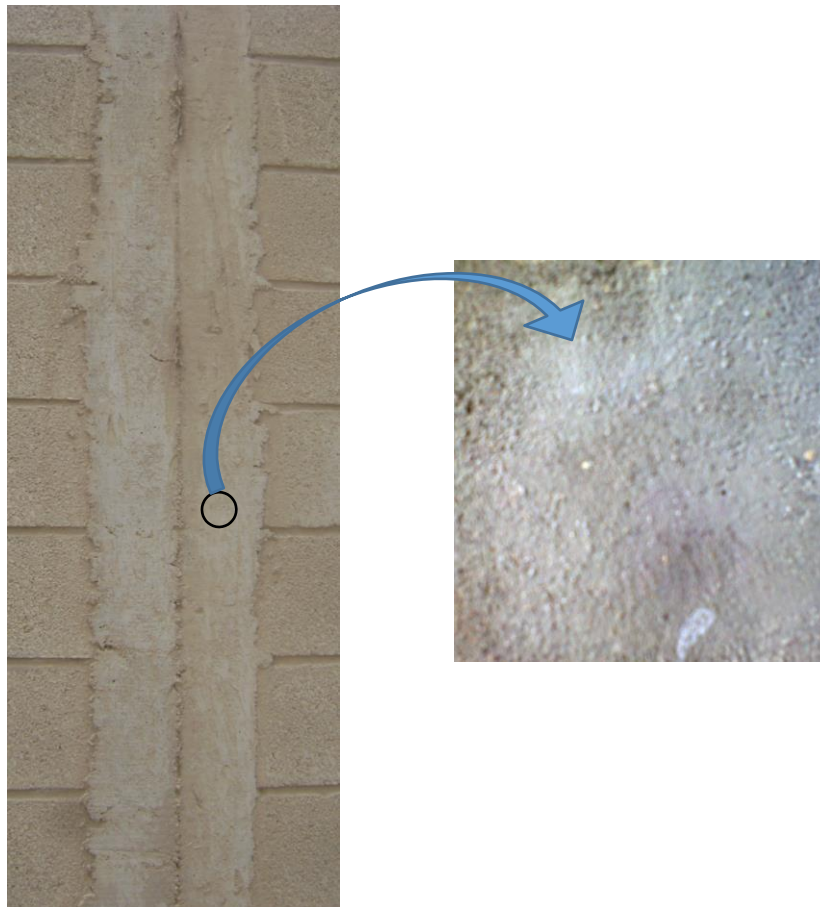
Fenolftaleína



Wincha

Columnas:

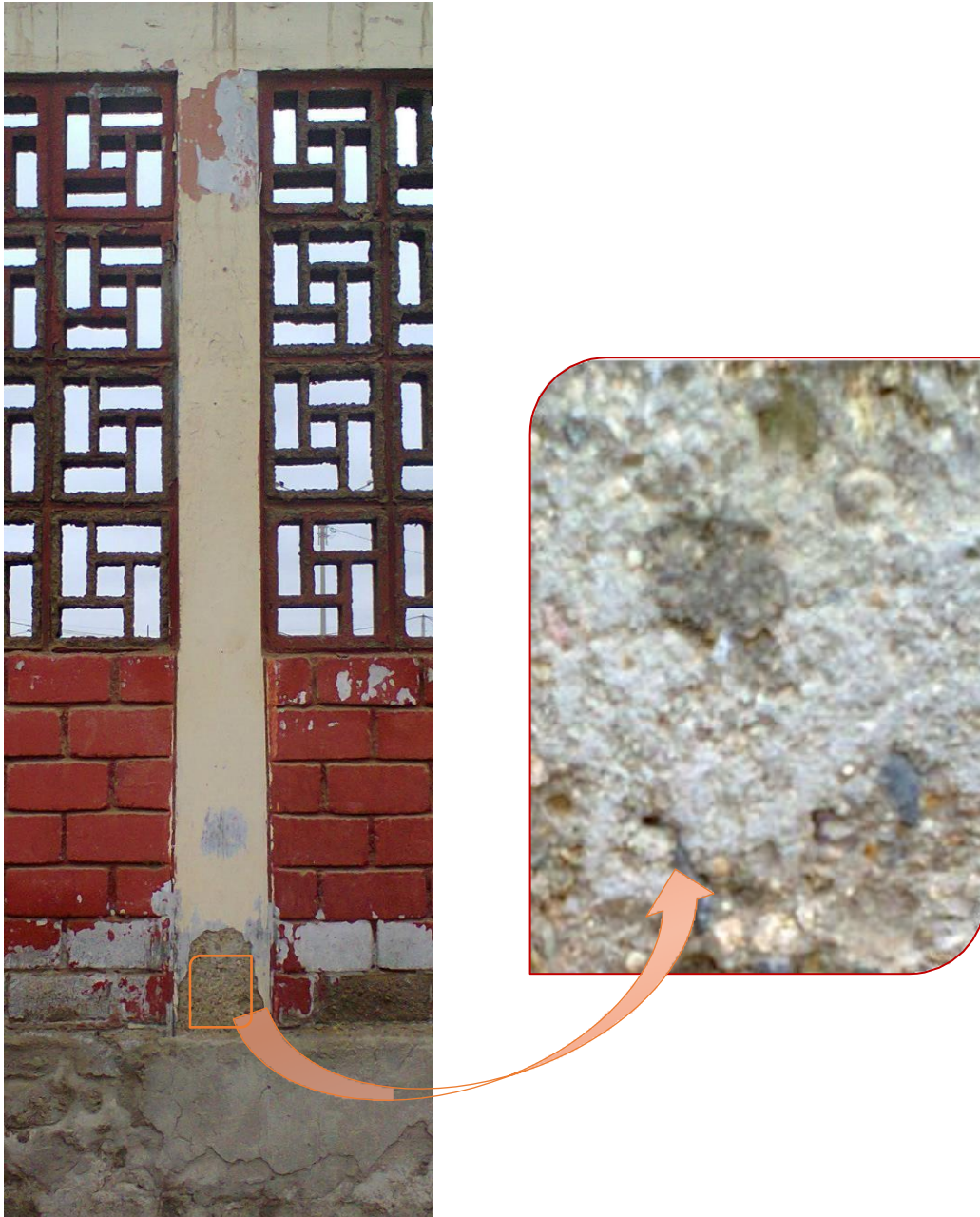
a) Colegio San Isidro (11013):



En la Imagen se aprecia que no hay coloración (incolores) esto nos quiere decir que su $\text{Ph} < 9$; el concreto está carbonatado y hay peligro de corrosión.

Verificamos si en realidad es verdad y picamos el concreto hasta encontrar el acero de dicha estructura, y nos dimos cuenta que el acero está corroído. (ver imagen).

b) Colegio Fermín Ávila Morón (11256):

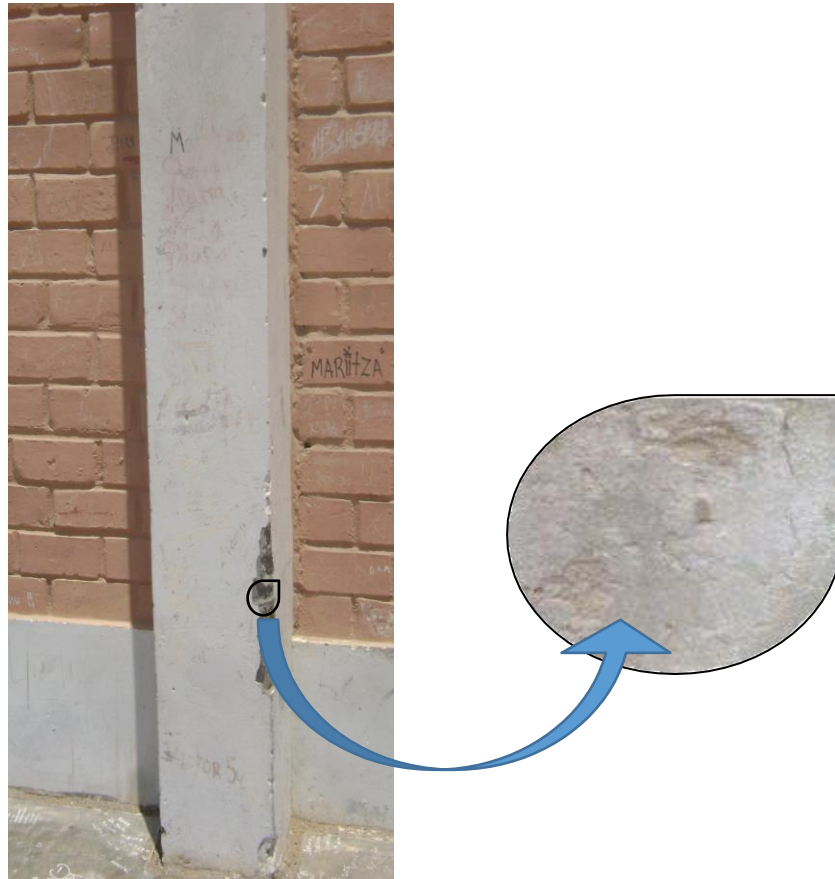


En la Imagen se aprecia que no hay coloración (inoloro) esto nos quiere decir que su $\text{Ph} < 9$; el concreto esta carbonatado y hay corrosión en las estructuras.

Edad de las Estructuras: 30 años

Recubrimiento: 2.5cm.

c) Colegio Manuel Gonzales Prada.



En la Imagen se aprecia que no hay coloración (inoloro) esto nos quiere decir que su $\text{Ph} < 9$; el concreto esta carbonatado y hay corrosión en las estructuras.

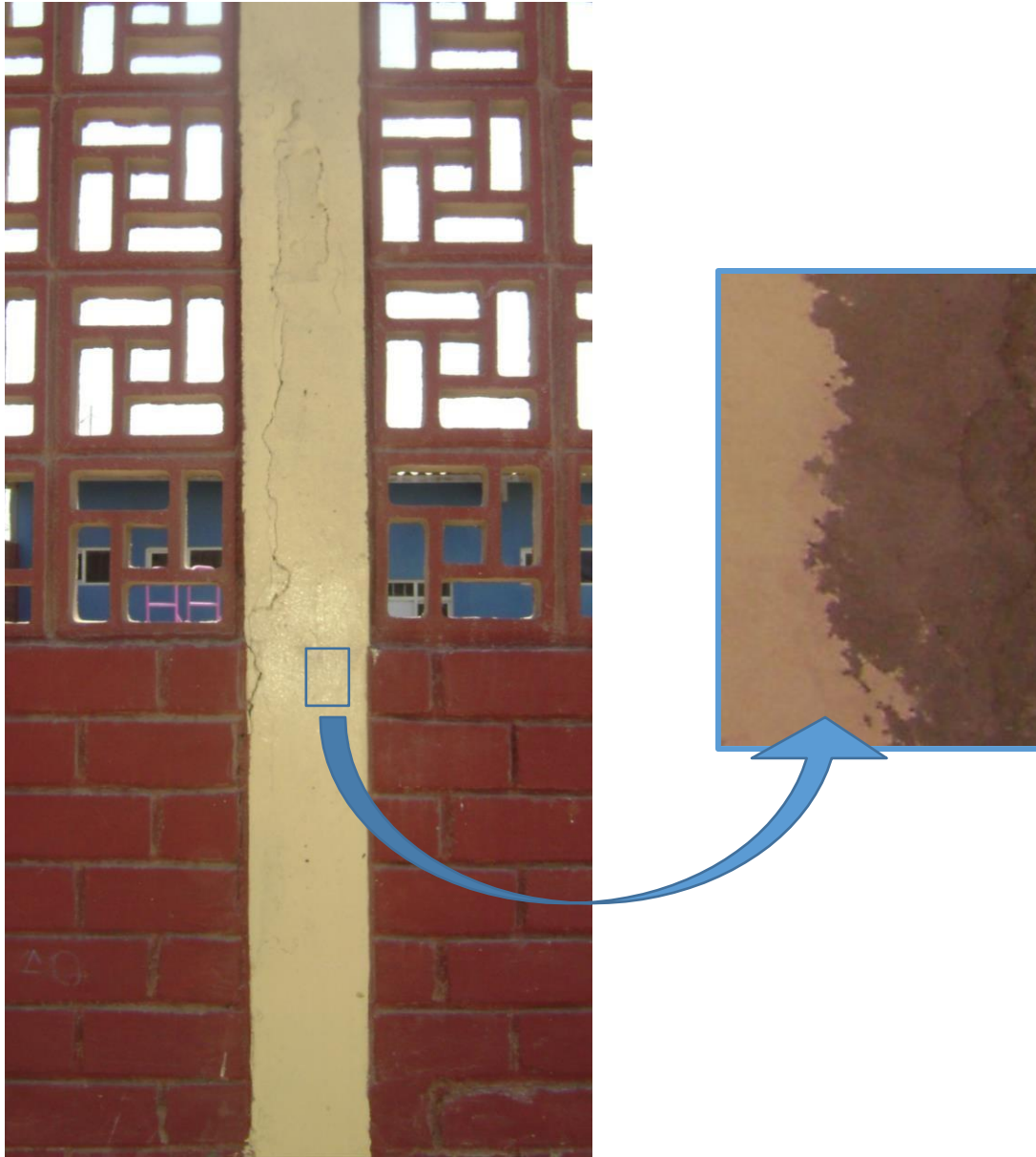
En Otras estructuras si se aprecia el cambio de color como se ve en la siguiente imagen.



Edad de las Estructuras: 40 años

Recubrimiento: 2.5cm.

d) Colegio Angelitos de Jesús (070).



En la Imagen se aprecia que no hay coloración (inoloro) esto nos quiere decir que su $\text{Ph} < 9$; el concreto esta carbonatado y hay corrosión en las estructuras.

Edad de las Estructuras: 30 años

Recubrimiento: 2.5cm aprox.

e) Colegio San Martin de Porres (10014).



En la imagen se aprecia la estructura, la cual después de quitarle el tarrajeo se le roció unas gotas de fenolftaleína la cual se mostró el color rosado, lo cual indica que el concreto no está carbonatado, esto se dio en la estructura recién construida.



Por otro lado, en otras estructuras antiguas se notó que no hay coloración (incolora) la cual se afirmó que hay corrosión en el acero.

Edad de las Estructuras antigua: 30 años

Edad de las Estructuras antigua: 2 años

Recubrimiento: 2.5cm aprox.

Cuadro Resumen del Ensayo de Carbonatación en Columnas.

Institución Educativa	San Isidro	Fermín Ávila Morón	Manuel Gonzales Prada	Angelitos de Jesús	San Martin de Porres	
Edad de la estructura	20 años	30 años	40 años	30 años	30 años	2 años
Concreto Carbonatado						
Concreto No Carbonatado						
PH	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	9 - 12.5

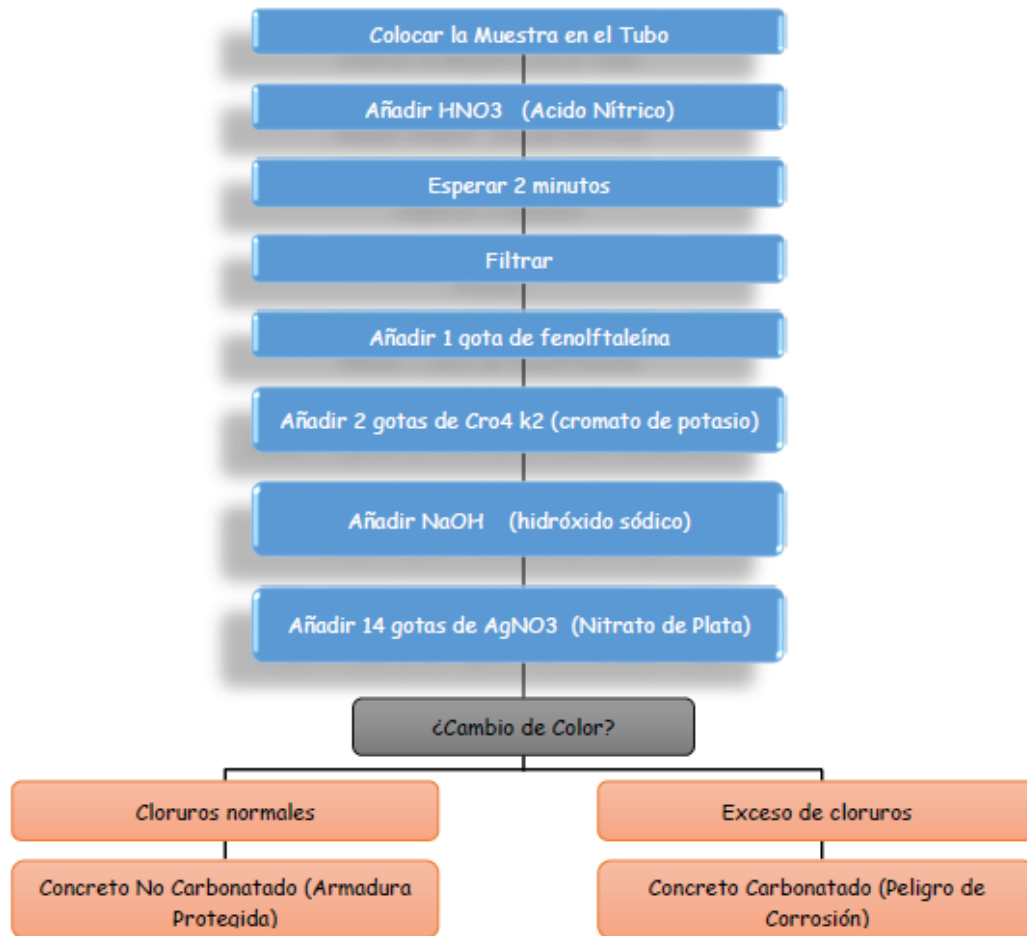
4.4.2.2) Ensayo de Cloruros

Objetivo

- Establecer si existe presencia de cloruros en el concreto en una cantidad suficiente para provocar corrosión en el concreto.

Materiales y/o Equipos

- 1 gr. de concreto triturado.
- Ácido Nítrico (HNO₃) 60% de pureza y diluido en agua 1:1.
- Fenolftaleína.
- Cromato de Potasio (CrO₄K₂)
- Hidróxido Sódico (NaOH)
- Nitrato de Plata (AgNO₃) 0.02N
- Alicates.
- Balanza.
- 2 tubos de ensayo, para 10 ml.
- Filtro y Embudo.



Algunas consideraciones

- La muestra de concreto (triturada con alicates), se debe colocar en el tubo de ensayo, y agregar ácido nítrico hasta alcanzar el nivel 10 ml.
- La adición de ácido provoca gran efervescencia, por lo que se debe realizar procurando cuidado.
- Se debe añadir NaOH.
- Añadir el Nitrato de Plata, gota a gota, hasta obtener una tonalidad rojo/amoratada.

- El cambio de color se produce debido a que, si ya no quedan iones cloruro por reaccionar, el ion plata reacciona con el ion cromato y se produce un cambio de color en la disolución.

Interpretación de resultados

- Al añadir la solución indicadora de Nitrato de Plata hay cambio de color utilizando:

- Menos de 14 gotas

Pocos cloruros, no existe peligro de corrosión.

- Mas de 14 gotas

Exceso de cloruros, existe peligro de corrosión

A continuación, se verá el ensayo de cloruros en los distintos colegios los cuales son:

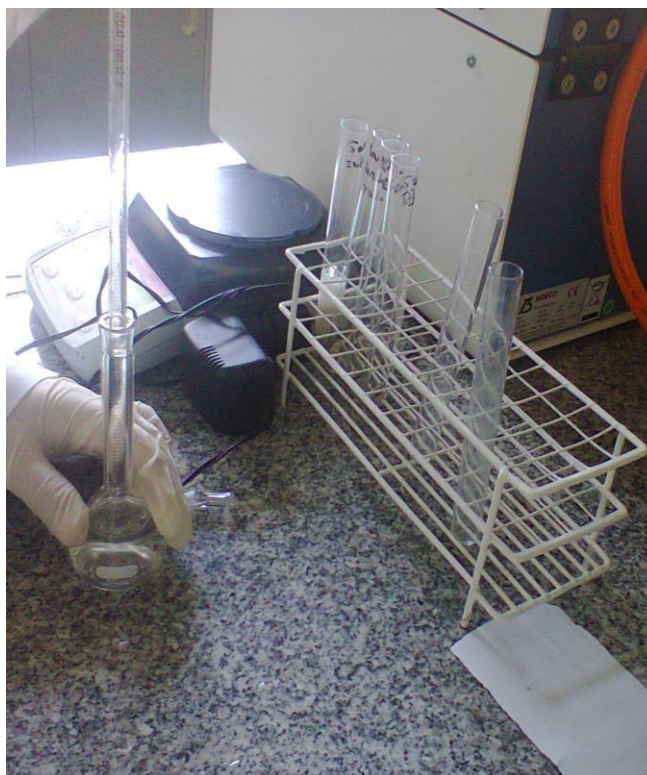
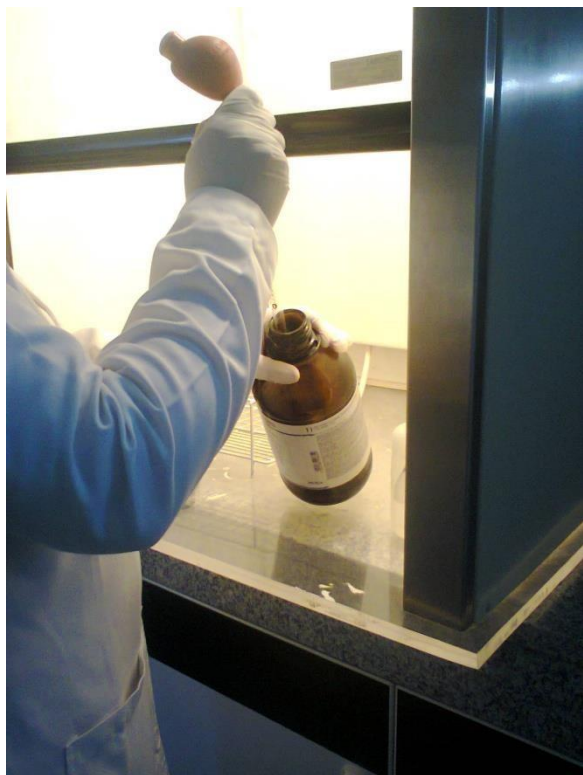
- Fermín Ávila Morón (11256).
- Angelitos de Jesús (070).
- San Martín de Porras (10014).
- San Isidro (11013).
- Manuel Gonzales Prada

Vemos los Compuestos
Químicos Utilizados:

Fenolftaleína
Cromato de Potasio.
Hidróxido Sódico
Nitrato de Plata.



Se Hizo el Acido Nítrico con mucho cuidado debido a que es un químico muy fuerte.

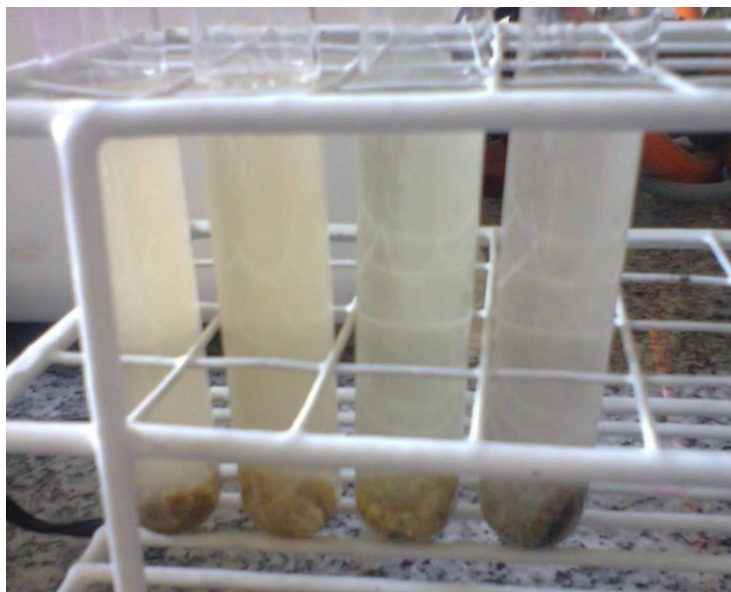


Luego se pesó la muestra, obteniendo por cada colegio 1 gramo, después del peso de la muestra se colocó en 5 tubos de ensayo debido a que son 5 colegios. Después se hecha 10ml de ácido nítrico.

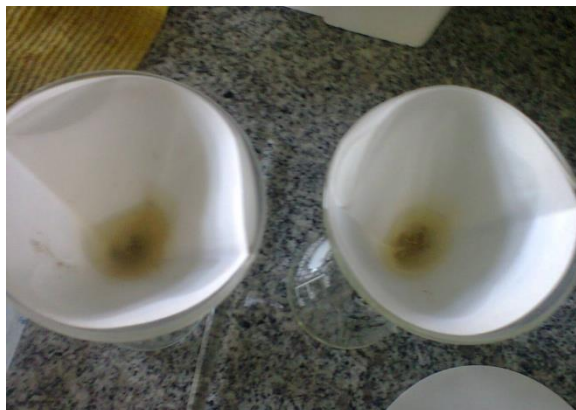


Los colegios San Isidro, Manuel Gonzales Prada y Angelitos de Jesús tuvieron mayor intensidad de efervescencia.

Mientras los colegios Fermín Ávila Morón y San Martín Menor Efervescencia.

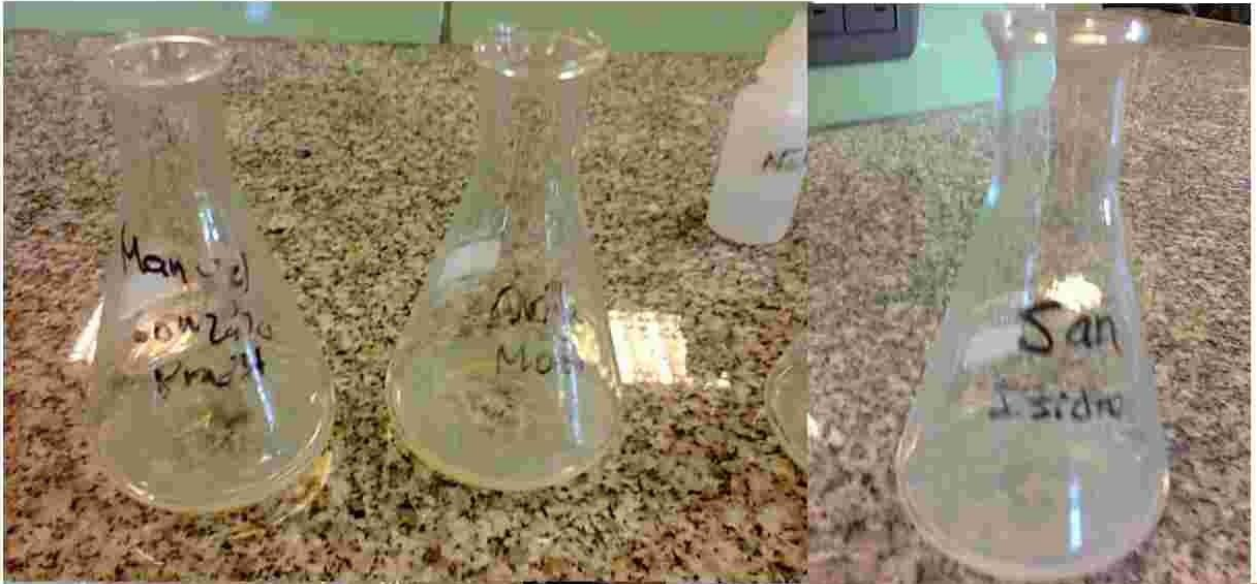


Luego se espera 2 minutos, pasado los dos minutos se pone un filtro y se coloca en un matraz.





Luego se quitó el filtro y se quedó con el líquido del matraz, agregándole 1 gota de fenolftaleína, 2 gotas de cromato de potasio, 3 gotas de hidróxido sódico, al final se le añadió 14 a más gotas de nitrato de plata, la cual no cambio de color, concluyendo así que los 5 colegios tienen exceso de cloruros la cual están expuestas a la corrosión y la armadura esta corroída. A continuación veamos las siguientes imágenes:



Como se dijo el resultado fue que agregándoles los químicos no cambio de color esto se llega a la conclusión que el acero esta corroído. Desechando, lavando y limpiando los instrumentos utilizados.



Cimiento:

a) Colegio San Isidro (11013):

En la institución educativa san Isidro se excavo hasta ver la profundidad de la cimentación, la cual se observó:

- No presenta fisuras.
- Concreto en buen estado.
- Recubrimiento 6 cm aprox.
- Cimiento de 0.6mts y sobre cimiento de 0.30mts.
- Nivel freático de 1.5 – 2.5 mts aproximadamente.



a.1) Ensayo de Carbonatación y Cloruros.

a.1.1) Carbonatación:

- El objetivo del ensayo de carbonatación es, medir la profundidad del frente carbonatado, determinar la presencia de carbonatación en el concreto.
- Los materiales utilizados son fenolftaleína al 1%, rociador y wincha para medir.
- El ensayo se hizo “in situ”, se limpió la superficie, se roció la fenolftaleína se esperó unos 15 min para observar si se aprecia coloración, no se apreció nada, luego se picó el concreto a unos 3 cm y de nuevo se roció la fenolftaleína se esperó otros 15 min y se vio el cambio de color rosa, la cual su PH varía entre 9 y 12.5

a.1.2) Cloruros:

- El objetivo del ensayo de cloruros, es establecer si existe presencia de cloruros en el concreto en una cantidad suficiente para provocar corrosión en el concreto.
- Este ensayo se hace en el laboratorio se coge un poco de concreto, luego se tritura y se pesa 1 gramo, con ese gramo se hace el ensayo de cloruros.
- Se puso 1 gramo de concreto en un tubo de ensayo, se hecho 10ml de ácido nítrico, se espera 2 min, se pone un filtro y se coloca en un matraz, se quita el filtro y se queda con el líquido en el matraz, agregándole una gota de fenolftaleína, 2 gotas de cromato de potasio, 3 gotas de hidróxido sódico, al final se añade 14 gotas de nitrato de plata, se observó que a la 12ava gota tuvo un color rojo amoratado, el cambio de color se produce debido a que si ya no quedan iones cloruro por reaccionar, el ion plata reacciona con el ion cromato y se produce un cambio de color en la disolución.
- Interpretación de resultados:
 - o Menos de 14 gotas
Pocos cloruros, no existe peligro de corrosión.
 - o Más de 14 gotas
Exceso de cloruros, existe peligro de corrosión
- Se concluye que hay pocos cloruros y no existe peligro de corrosión.

Ahora observemos un cuadro resumen de los dos ensayos ya realizados:

<i>Cimiento en el colegio San Isidro (11013)</i>	
<i>Edad de la estructura</i>	20 años
<i>recubrimiento</i>	6cm
<i>Fisuración en el recubrimiento</i>	Sin fisuras
<i>Profundidad de Carbonatación</i>	$X_{co2} < r$ --> aprox 3cm
<i>Profundidad de Cloruros</i>	$X_{cl-} < r$
<i>Se concluyó que tiene corrosión muy baja</i>	

b) Colegio Fermín Ávila Morón (11256):

En la institución educativa Fermín Ávila Morón se excavo hasta ver la profundidad de la cimentación, la cual se observó:

- No presenta fisuras.
- Concreto en buen estado.
- Recubrimiento 7 cm aprox.
- Cimiento de 0.55mts y sobre cimiento de 0.40mts.
- Nivel freático de 2 – 2.5 mts aproximadamente.





b.1) Ensayo de Carbonatación y Cloruros.

b.1.1) Carbonatación:

- El objetivo del ensayo de carbonatación es, medir la profundidad del frente carbonatado, determinar la presencia de carbonatación en el concreto.
- Los materiales utilizados son fenolftaleína al 1%, rociador y wincha para medir.
- El ensayo se hizo "in situ", se limpió la superficie, se roció la fenolftaleína se esperó unos 15 min para observar si se aprecia coloración, no se apreció nada, luego se picó el concreto a unos 2.5 cm y de nuevo se roció la fenolftaleína se esperó otros 15 min y se vio el cambio de color rosa, la cual su PH varía entre 9 y 12.5

b.1.2) Cloruros:

- El objetivo del ensayo de cloruros, es establecer si existe presencia de cloruros en el concreto en una cantidad suficiente para provocar corrosión en el concreto.
- Este ensayo se hace en el laboratorio se coge un poco de concreto, luego se tritura y se pesa 1 gramo, con ese gramo se hace el ensayo de cloruros.
- Se puso 1 gramo de concreto en un tubo de ensayo, se hecho 10ml de ácido nítrico, se espera 2 min, se pone un filtro y se coloca en un matraz, se quita el filtro y se queda con el líquido en el matraz, agregándole una gota de fenolftaleína, 2 gotas de cromato de potasio, 3 gotas de hidróxido sódico, al final se añade 14 gotas de nitrato de plata, se observó que a la 12ava gota tuvo un color rojo amoratado, el cambio de color se produce debido a que si ya no quedan iones cloruro por reaccionar, el ion plata reacciona con el ion cromato y se produce un cambio de color en la disolución.
- Interpretación de resultados:
 - o Menos de 14 gotas
Pocos cloruros, no existe peligro de corrosión.
 - o Más de 14 gotas
Exceso de cloruros, existe peligro de corrosión
- Se concluye que hay pocos cloruros y no existe peligro de corrosión.

Ahora observemos un cuadro resumen de los dos ensayos ya realizados:

<i>Cimiento en el colegio Fermín Ávila Morón (11256)</i>	
<i>Edad de la estructura</i>	30 años
<i>recubrimiento</i>	7cm
<i>Fisuración en el recubrimiento</i>	Sin fisuras
<i>Profundidad de Carbonatación</i>	$X_{co2} < r$ --> aprox 2.5cm
<i>Profundidad de Cloruros</i>	$X_{cl-} < r$
<i>Se concluyó que tiene corrosión muy baja</i>	

c) Colegio Manuel Gonzales Prada:

En la institución educativa Manuel Gonzales Prada se excavo hasta ver la profundidad de la cimentación, la cual se observó:

- No presenta fisuras.
- Concreto en buen estado.
- Recubrimiento 6 cm aprox.
- Cimiento de 0.5mts y sobre cimiento de 0.30mts.
- Nivel freático de 1.5 – 2.5 mts aproximadamente.



c.1) Ensayo de Carbonatación y Cloruros.

c.1.1) Carbonatación:

- El objetivo del ensayo de carbonatación es, medir la profundidad del frente carbonatado, determinar la presencia de carbonatación en el concreto.
- Los materiales utilizados son fenolftaleína al 1%, rociador y wincha para medir.
- El ensayo se hizo “in situ”, se limpió la superficie, se roció la fenolftaleína se esperó unos 15 min para observar si se aprecia coloración, no se apreció nada, luego se picó el concreto a unos 2.5 cm y de nuevo se roció la fenolftaleína se esperó otros 15 min y se vio el cambio de color rosa, la cual su PH varía entre 9 y 12.5

c.1.2) Cloruros:

- El objetivo del ensayo de cloruros, es establecer si existe presencia de cloruros en el concreto en una cantidad suficiente para provocar corrosión en el concreto.
- Este ensayo se hace en el laboratorio se coge un poco de concreto, luego se tritura y se pesa 1 gramo, con ese gramo se hace el ensayo de cloruros.
- Se puso 1 gramo de concreto en un tubo de ensayo, se hecho 10ml de ácido nítrico, se espera 2 min, se pone un filtro y se coloca en un matraz, se quita el filtro y se queda con el líquido en el matraz, agregándole una gota de fenolftaleína, 2 gotas de cromato de potasio, 3 gotas de hidróxido sódico, al final se añade 14 gotas de nitrato de plata, se observó que a la 12ava gota tuvo un color rojo amoratado, el cambio de color se produce debido a que si ya no quedan iones cloruro por reaccionar, el ion plata reacciona con el ion cromato y se produce un cambio de color en la disolución.
- Interpretación de resultados:
 - o Menos de 14 gotas
Pocos cloruros, no existe peligro de corrosión.
 - o Más de 14 gotas
Exceso de cloruros, existe peligro de corrosión
- Se concluye que hay pocos cloruros y no existe peligro de corrosión.

Ahora observemos un cuadro resumen de los dos ensayos ya realizados:

<i>Cimiento en el colegio Manuel Gonzales Prada</i>	
<i>Edad de la estructura</i>	35 años
<i>recubrimiento</i>	6cm
<i>Fisuración en el recubrimiento</i>	Sin fisuras
<i>Profundidad de Carbonatación</i>	$X_{co2} < r$ --> aprox 2.5cm
<i>Profundidad de Cloruros</i>	$X_{cl-} < r$
<i>Se concluyó que tiene corrosión muy baja</i>	

d) Colegio San Martin de Porres (10014):

En la institución educativa San Martin de Porras se excavo hasta ver la profundidad de la cimentación, la cual se observó:

- No presenta fisuras.
- Concreto en buen estado.
- Recubrimiento 5 cm aprox.
- Cimiento de 0.6mts y sobre cimiento de 0.30mts.





d.1) Ensayo de Carbonatación y Cloruros.

d.1.1) Carbonatación:

- El objetivo del ensayo de carbonatación es, medir la profundidad del frente carbonatado, determinar la presencia de carbonatación en el concreto.
- Los materiales utilizados son fenolftaleína al 1%, rociador y wincha para medir.
- El ensayo se hizo “in situ”, se limpió la superficie, se roció la fenolftaleína se esperó unos 15 min para observar si se aprecia coloración, no se apreció nada, luego se picó el concreto a unos 2 cm y de nuevo se roció la fenolftaleína se esperó otros 15 min y se vio el cambio de color rosa, la cual su PH varía entre 9 y 12.5

d.1.2) Cloruros:

- El objetivo del ensayo de cloruros, es establecer si existe presencia de cloruros en el concreto en una cantidad suficiente para provocar corrosión en el concreto.
- Este ensayo se hace en el laboratorio se coge un poco de concreto, luego se tritura y se pesa 1 gramo, con ese gramo se hace el ensayo de cloruros.
- Se puso 1 gramo de concreto en un tubo de ensayo, se hecho 10ml de ácido nítrico, se espera 2 min, se pone un filtro y se coloca en un matraz, se quita el filtro y se queda con el líquido en el matraz, agregándole una gota de fenolftaleína, 2 gotas de cromato de potasio, 3 gotas de hidróxido sódico, al final se añade 14 gotas de nitrato de plata, se observo que a la 12ava gota tuvo un color rojo amoratado, el cambio de color se produce debido a que si ya no quedan iones cloruro por reaccionar, el ion plata reacciona con el ion cromato y se produce un cambio de color en la disolución.
- Interpretación de resultados:
 - o Menos de 14 gotas
Pocos cloruros, no existe peligro de corrosión.
 - o Mas de 14 gotas
Exceso de cloruros, existe peligro de corrosión
- Se concluye que hay pocos cloruros y no existe peligro de corrosión.

Ahora observemos un cuadro resumen de los dos ensayos ya realizados:

<i>Cimiento en el colegio San Martin de Porras (10014)</i>	
<i>Edad de la estructura</i>	30 años
<i>recubrimiento</i>	5cm
<i>Fisuración en el recubrimiento</i>	Sin fisuras
<i>Profundidad de Carbonatación</i>	$X_{co2} < r \rightarrow$ aprox 2cm
<i>Profundidad de Cloruros</i>	$X_{cl} < r$
<i>Se concluyó que tiene corrosión muy baja</i>	

e) Colegio Angelitos de Jesús (070):

En la institución educativa Angelitos de Jesús se excavo hasta ver la profundidad de la cimentación, la cual se observó:

- No presenta fisuras.
- Concreto en buen estado.
- Recubrimiento 7 cm aprox.
- Cimiento de 0.6mts y sobre cimiento de 0.35mts.
- Nivel freático de 2 – 2.5 mts aproximadamente.



b.1) Ensayo de Carbonatación y Cloruros.

b.1.1) Carbonatación:

- El objetivo del ensayo de carbonatación es, medir la profundidad del frente carbonatado, determinar la presencia de carbonatación en el concreto.
- Los materiales utilizados son fenolftaleína al 1%, rociador y wincha para medir.
- El ensayo se hizo “in situ”, se limpió la superficie, se roció la fenolftaleína se esperó unos 15 min para observar si se aprecia coloración, no se apreció nada, luego se picó el concreto a unos 3 cm y de nuevo se roció la fenolftaleína se esperó otros 15 min y se vio el cambio de color rosa, la cual su PH varía entre 9 y 12.5

b.1.2) Cloruros:

- El objetivo del ensayo de cloruros, es establecer si existe presencia de cloruros en el concreto en una cantidad suficiente para provocar corrosión en el concreto.
- Este ensayo se hace en el laboratorio se coge un poco de concreto, luego se tritura y se pesa 1 gramo, con ese gramo se hace el ensayo de cloruros.
- Se puso 1 gramo de concreto en un tubo de ensayo, se hecho 10ml de ácido nítrico, se espera 2 min, se pone un filtro y se coloca en un matraz, se quita el filtro y se queda con el líquido en el matraz, agregándole una gota de fenolftaleína, 2 gotas de cromato de potasio, 3 gotas de hidróxido sódico, al final se añade 14 gotas de nitrato de plata, se observó que a la 12ava gota tuvo un color rojo amoratado, el cambio de color se produce debido a que si ya no quedan iones cloruro por reaccionar, el ion plata reacciona con el ion cromato y se produce un cambio de color en la disolución.
- Interpretación de resultados:
 - o Menos de 14 gotas
Pocos cloruros, no existe peligro de corrosión.
 - o Más de 14 gotas
Exceso de cloruros, existe peligro de corrosión
- Se concluye que hay pocos cloruros y no existe peligro de corrosión.

Ahora observemos un cuadro resumen de los dos ensayos ya realizados:

<i>Cimiento en el colegio Angelitos de Jesús (070)</i>	
<i>Edad de la estructura</i>	30 años
<i>recubrimiento</i>	7cm
<i>Fisuración en el recubrimiento</i>	Sin fisuras
<i>Profundidad de Carbonatación</i>	$X_{co2} < r$ --> aprox 3cm
<i>Profundidad de Cloruros</i>	$X_{cl} < r$
<i>Se concluyó que tiene corrosión muy baja</i>	

4.4.2.3) Ensayo de Diamantina

- Este método de ensayo presenta los procedimientos normalizados para obtener y ensayar probetas a fin de determinar la resistencia a la compresión.

Aparatos:

El Taladro de Núcleos, para obtener núcleos cilíndricos mediante una broca hueca con el borde diamantado.



La sierra, debe tener una hoja de diamante o carburo de silicio capaz de cortar las muestras de manera que se ajusten a las dimensiones necesarias, sin provocar calentamiento excesivo o impactos.



Localizador de metales, detector para la localización en paredes, suelos y techos de metales ferrosos y no ferrosos, cables bajo tensión eléctrica y estructuras de madera a través de una señal eléctrica.



Trabajo en Campo:

- Se utiliza el detector de metales para tener referencia de donde se ubica el acero, y poder ubicar un punto donde solo exista concreto.
- Se ubica el punto donde se extraerá el núcleo cilíndrico, luego se mide 20 cm hacia abajo, para hacer una perforación con un taladro.
- Una vez hecho el agujero con el taladro se coloca un tarugo metálico de 3/8" de diámetro.
- Se coloca la base de fijación perpendicular a la columna.
- Luego se coloca el taladro de núcleos, equipado con una broca cilíndrica de pared delgada con corona de diamante; debe contar con un sistema de enfriamiento para la broca que impida la alteración del concreto y el calentamiento de la misma.
- Se tomarán 3 muestras de las columnas existentes en cada institución educativa pública del distrito de Pimentel.
- Después de sacar los 3 núcleos se curará, con un aditivo (sikadur 32 gel) la cual es un adhesivo estructural de concreto fresco con endurecido.

- Se enumerará las muestras y colocará nombre de cada colegio, para no confundirse y ser ensayadas en el laboratorio.
- Se tallarán los núcleos extraídos, para ser la prueba de ruptura y cálculo de resistencia de concreto.

Según Normativa y recomendaciones internacionales:

En la tabla 1, se exponen algunos factores de corrección propuestos por diferentes normas.

Relación altura/diámetro λ	UNE 83-302-84 ¹	ASTM C42/C 42M	BS 1881
2.00	1.00	1.00	1.00
1.75	0.98	0.98	0.97
1.50	0.96	0.96	0.92
1.25	0.94	0.93	0.87
1.10	0.90	-	-
1.00	-	0.87	0.80

Tabla 1. Factores de corrección de la resistencia según esbeltez.

a) Institución Educativa San Isidro (11013):

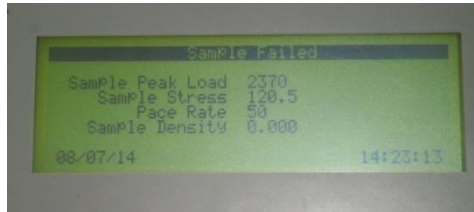
Fotos:

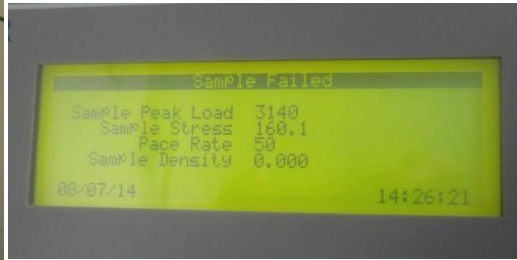






Ensayo a compresión:





b) Institución Educativa Fermín Ávila Morón (11256):





Ensayo a Compresión:



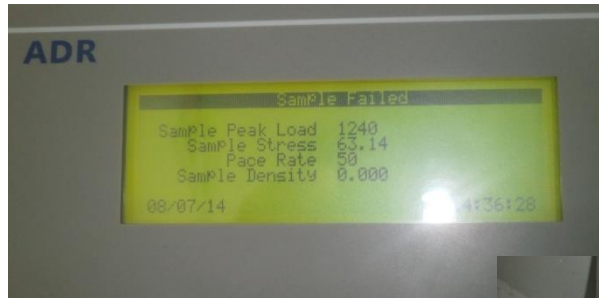


c) *Institución Educativa Angelitos de Jesús (070):*





Ensayo a Compresión:



d) *Institución Educativa San Martín (10014):*

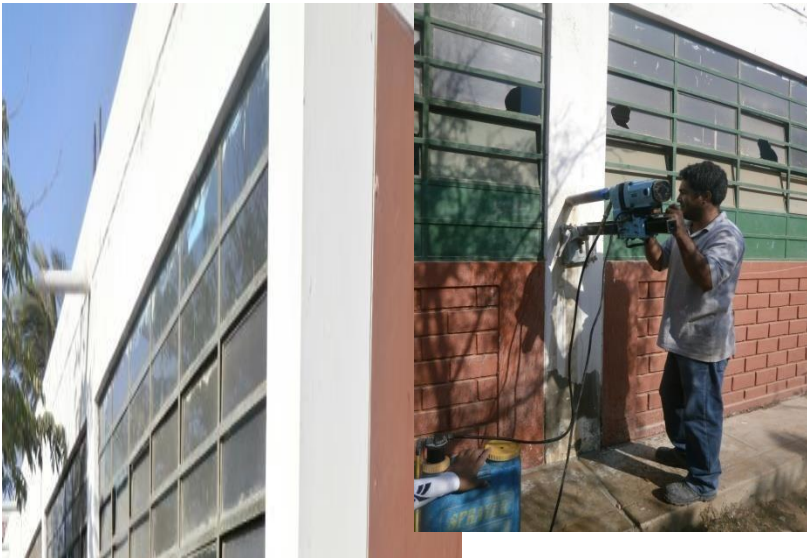




Ensayo a Compresión:



e) *Institución Educativa Manuel Gonzales Prada:*



Ensayo a Compresión:



Cuadro Resumen de Ensayo Compresión de Núcleos Extraídos (NTP 339.059/ASTM C-42)

a) Institución Educativa San Isidro (11013):

<i>Muestra N°</i>	<i>Denominación o Descripción del Núcleo Extraído</i>	<i>Fecha de Extracción</i>	<i>Fecha de Ensayo</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>P.U.C (kg/m³)</i>	<i>Relación (L/D)</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Factor de Corrección</i>	<i>f'c (kg/cm²)</i>	<i>Evaluación</i>
D - 01	Extracción D - 01, Columna	08/07/2014	08/07/2014	5.0	9.4	2173	1.88	2370	0.99	119	x
D - 02	Extracción D - 02, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	10.0	2352	2.00	3140	1.00	160	√
D - 03	Extracción D - 03, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	10.0	2324	2.00	2970	1.00	151	√

Se Observa que los dos últimos valores (D-02 y D-03) son cercanos entre sí. Y el primer valor (D-01) está muy lejos de los otros, entonces despreciamos el valor primero y sacamos promedio de los dos últimos para obtener un valor fijo del ensayo de la diamantina.

b) Institución Educativa Fermín Ávila Morón (11256):

<i>Muestra N°</i>	<i>Denominación o Descripción del Núcleo Extraído</i>	<i>Fecha de Extracción</i>	<i>Fecha de Ensayo</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>P.U.C (kg/m³)</i>	<i>Relación (L/D)</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Factor de Corrección</i>	<i>f'c (kg/cm²)</i>	<i>Evaluación</i>
D - 04	Extracción D - 04, Columna	08/07/2014	08/07/2014	5.0	5.0	1809	1.00	500	0.870	22	x
D - 05	Extracción D - 05, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	6.1	1804	1.22	1240	0.923	58	√
D - 06	Extracción D - 06, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	9.6	2041	1.92	1510	0.994	76	√

Se Observa que los dos últimos valores (D-05 y D-06) son cercanos entre si. Y el primer valor (D-04) esta muy lejos de los otros, entonces despreciamos el valor primero y sacamos promedio de los dos últimos para obtener un valor fijo del ensayo de la diamantina.

c) Institución Educativa Angelitos de Jesús (070):

<i>Muestra N°</i>	<i>Denominación o Descripción del Núcleo Extraído</i>	<i>Fecha de Extracción</i>	<i>Fecha de Ensayo</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>P.U.C (kg/m3)</i>	<i>Relación (L/D)</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Factor de Corrección</i>	<i>f'c (kg/cm2)</i>	<i>Evaluación</i>
D - 07	Extracción D - 07, Columna	08/07/2014	08/07/2014	5.0	8.3	2204	1.66	1240	0.973	61	√
D - 08	Extracción D - 08, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	7.9	2248	1.58	1110	0.966	55	√
D - 09	Extracción D - 09, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	5.4	2214	1.08	1580	0.889	72	√

Se observa que los valores están cerca la cual solo se sacara promedio de las tres muestras (D-07, D-08, D-09).

d) Institución Educativa San Martin (10014):

<i>Muestra N°</i>	<i>Denominación o Descripción del Núcleo Extraído</i>	<i>Fecha de Extracción</i>	<i>Fecha de Ensayo</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>P.U.C (kg/m3)</i>	<i>Relación (L/D)</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Factor de Corrección</i>	<i>f'c (kg/cm2)</i>	<i>Evaluación</i>
D - 10	Extracción D - 10, Columna	08/07/2014	08/07/2014	5.0	8.1	2360	1.62	2860	0.97	141	√
D - 11	Extracción D - 11, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	5.0	2180	1.00	3690	0.87	163	√
D - 12	Extracción D - 12, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	5.0	1907	1.00	1150	0.87	51	x

Se Observa que los dos primeros valores (D-10 y D-11) son cercanos entre sí. Y el ultimo valor (D-12) está muy lejos de los otros, entonces despreciamos el valor ultimo y sacamos promedio de los dos primeros para obtener un valor fijo del ensayo de la diamantina.

e) Institución Educativa Manuel Gonzales Prada:

<i>Muestra N°</i>	<i>Denominación o Descripción del Núcleo Extraído</i>	<i>Fecha de Extracción</i>	<i>Fecha de Ensayo</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>P.U.C (kg/m3)</i>	<i>Relación (L/D)</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Factor de Corrección</i>	<i>f'c (kg/cm2)</i>	<i>Evaluación</i>
D - 13	Extracción D - 13, Columna	08/07/2014	08/07/2014	5.0	6.6	2327	1.32	2200	0.94	105	√
D - 14	Extracción D - 14, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	6.2	2414	1.24	2760	0.93	130	√
D - 15	Extracción D - 15, Columna	05/07/2014	08/07/2014	5.0	9.3	2346	1.86	1860	0.99	94	√

Se observa que los valores están cerca la cual solo se sacara promedio de las tres muestra (D-13, D-14, D-15).

Cuadro Final:

<i>Institución Educativa</i>	<i>F'c (kg/cm2)</i>
<i>San Isidro (11013)</i>	156
<i>Fermín Ávila Morón (11256)</i>	67
<i>Angelitos de Jesús (070)</i>	63
<i>San Martín (10014)</i>	152
<i>Manuel Gonzales Prada</i>	110

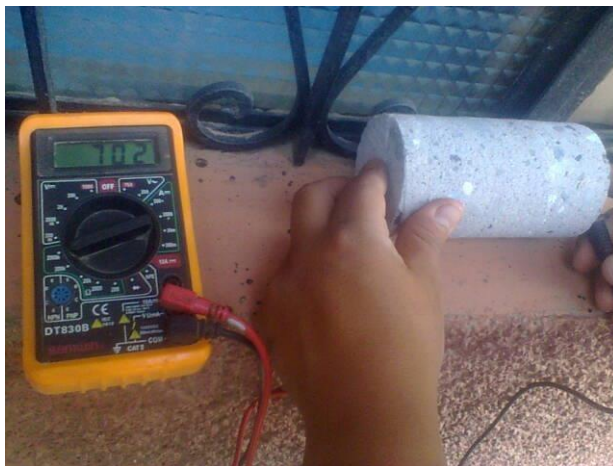
4.4.2.4) Ensayo de Resistividad Eléctrica

Consiste en la medida de la resistencia eléctrica del concreto endurecido, la cual se obtiene aplicando un campo eléctrico mediante dos electrodos externos a un cilindro de concreto, el cual previamente ha sido saturado.

Para dicho ensayo se necesita de un ohmímetro, que se encarga de medir la resistencia eléctrica. Y una muestra de concreto para ser ensayada.



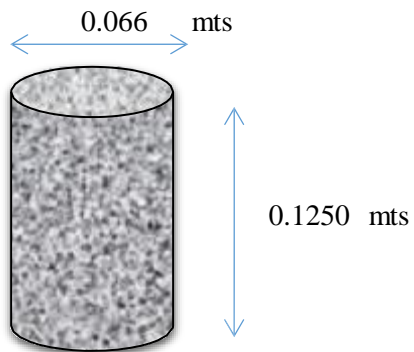
El resultado de la resistencia eléctrica del concreto es:



Conocida la resistencia eléctrica, la resistividad del concreto se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Resistividad} = \frac{\text{Resistencia del concreto} \times \text{Area del muestra}}{\text{Profundidad de la muestra}}$$

Donde la resistividad eléctrica del concreto es de **19350.276 Ωm**



$$\text{Area} = 0.003$$

$$p = R \cdot A/L$$

$$p = 707000 \cdot 0.0273696$$

$$p = 19350.276 \Omega\text{m}$$

V) **ORIENTACIÓN PARA UNA CORRECTA REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

5.1) **Introducción**

Existe un indiscutible crecimiento de la necesidad de intervención de estructuras de concreto armado con el fin de preservar su vida útil, sin embargo, los materiales o procedimientos adoptados para reparación pueden no ser los más acertados.

Es factible que los materiales y procedimientos no confieran a la estructura durabilidad, estética o mejoramiento estructural adecuado, además de generar elevados costos; todo ello debido a una decisión errada o poco analizada.

Este capítulo presenta una metodología general de manera de considerar todos aquellos aspectos fundamentales a la hora de realizar una toma de decisión para reparar o rehabilitar una estructura de concreto armado.

5.2) **Metodología General**

Una metodología general para una solución duradera de los problemas patológicos en las estructuras de concreto armado dañadas se presenta en la Figura.



Figura: Metodología General de Análisis y Solución a los Problemas Patológicos en Estructuras de concreto Armado.

- Inspección y Ensayos: Identifican los daños y establecen las nuevas propiedades y secciones de los elementos constituyentes.
- Evaluación del estado actual de la estructura: Identifica la causa del daño.
- Diagnostico: Permite definir el nivel de daño y la urgencia de la intervención.
- Reparación: Métodos de reparación, demolición, reconstrucciones.

Siguiendo la Metodología general del punto 5.2; el siguiente paso seria el diagnostico final de las patologías presentadas en las instituciones educativas del distrito de Pimentel:

a) Institución Educativa San Isidro:

Nivel Primario y Nivel Secundario

Código	NP	NS	TOTAL
Buen Estado	11	21	32
P3	9	9	18
P4		2	2
Total	20	32	52

Cerco Perimétrico

Código	Columnas
Buen Estado	43
P3	25
P4	5
P5	5
P7	10
P4, P5	11
P3, P5	8
P3, P4	7
Total =	114

P3 = Asentamiento Plástico.

P4 = Variaciones Térmicas.

P5 = Corrosión de Armadura.

P7 = Falta Resistencia a Cortante.

Las vigas en el nivel primario y secundario de la Institución Educativa San Isidro presentan solo diminutas fisuras transversales y longitudinales en algunas vigas pero la mayoría de vigas se encuentran en buen estado es por eso que solo analizamos las columnas debido a que presentan más fisuras.

Por otro lado en el cerco perimétrico no hay vigas, solo columnas la cual están muy dañadas debido a un mal procedimiento de construcción.

b) Institución Educativa Manuel Gonzales Prada:

Nivel Secundario

Código	Total
Buen Estado	27
P3	25
P4	1
P5	8
P3, P4	9
P3, P5	10

Cerco Perimétrico

Código	Total
Buen Estado	61
P3	33
P4	28
P3, P4	5
P3, P5	11
P3, P7	2
P5, P7	7

P3 = Asentamiento Plástico.

P4 = Variaciones Térmicas.

P5 = Corrosión de Armadura.

P7 = Falta Resistencia a Cortante.

Las vigas en el nivel secundario y en el cerco perimétrico de la Institución Educativa Manuel Gonzales Prada, la mayoría esta en buen estado, pero algunas presentan fisuras transversales, longitudinales e inclinadas, estas fisuras no son graves se pueden solucionar, en el tratamiento se explicara lo que se hará.

c) Institución Educativa San Martin de Porras:

Nivel Primario

Código	Total
Buen Estado	24
P3	26
P3, P4	4

Cerco Perimétrico

Código	Total
Buen Estado	30
P3	25
P7	3
P3, P4	8
P4, P5	5

P3 = Asentamiento Plástico.

P4 = Variaciones Térmicas.

P5 = Corrosión de Armadura.

P7 = Falta Resistencia a Cortante.

Las vigas en el nivel primario de la institución Educativa San Martín de Porras, una parte son de madera y otra parte de concreto armado, las aulas de concreto armado son solo 3, esa estructura se construyó hace 2 años, no presentan fisuras.

En el cerco Perimétrico, las vigas presentan diminutas fisuras, tanto transversales como longitudinales.

d) Institución Educativa Fermín Ávila Morón:

Nivel Primario

Código	Total
Buen Estado	16
P3	24
P5	11
P3, P4	1
P3, P5	5

Cerco Perimétrico

Código	Total
Buen Estado	12
P5	17
P7	1
P3, P5	2
P5, P7	1

P3 = Asentamiento Plástico.

P4 = Variaciones Térmicas.

P5 = Corrosión de Armadura.

P7 = Falta Resistencia a Cortante.

Las vigas en el nivel primario de la Institución Educativa Fermín Ávila Morón, son de madera, el techo es de eternit la cual no presenta peso mayor.

Las vigas del Cerco Perimétrico presentan fisuras longitudinales, y transversales, desprendimiento de concreto en algunas.

e) Institución Educativa Angelitos de Jesús:

Nivel Inicial:

Código	Total
Buen Estado	18
P3	20
P5	9
P3, P4	4

Cerco Perimétrico:

Código	Total
Buen Estado	11
P5	17
P3, P5	9
P3, P7	8
P5, P7	2

P2 = Falta Resistencia a Flexocompresión.

P3 = Asentamiento Plástico.

P4 = Variaciones Térmicas.

P5 = Corrosión de Armadura.

P7 = Falta Resistencia a Cortante.

Las vigas en el nivel Inicial de la Institución Educativa Angelitos de Jesús, son de madera, el techo es de eternit la cual no presenta peso mayor.

No tiene vigas en el Cerco Perimétrico.

3) Resumen del diagnóstico final:

Cuadro de resumen de corrosión final en cimientos:

<i>Corrosión en Cimientos</i>				
<i>Instituciones educativas de Pimentel</i>	<i>Muy Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>
<i>San Isidro</i>	√			
<i>Fermín Ávila Morón</i>	√			
<i>Manuel Gonzales Prada</i>	√			
<i>San Martin de Porras</i>	√			
<i>Angelitos de Jesús</i>	√			

Cuadro Resumen del Ensayo de Carbonatación en columnas.

Institución Educativa	San Isidro	Fermín Ávila Morón	Manuel Gonzales Prada	Angelitos de Jesús	San Martin de Porres	
Edad de la estructura	20 años	30 años	40 años	30 años	30 años	2 años
Concreto Carbonatado						
Concreto No Carbonatado						
PH	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	9 - 12.5

Cuadro de Resumen del Ensayo de Cloruros en Columnas

<i>Instituciones Educativas</i>	<i>Tiene Cloruros</i>	<i>No tiene Cloruros</i>
Fermín Ávila Morón (11256).	x	
Angelitos de Jesús (070).	x	
San Martin de Porras (10014).	x	
San Isidro (11013).	x	
Manuel Gonzales Prada	x	

Ahora sabemos que por durabilidad las columnas están afectadas por la carbonatación y los cloruros, pero no sabemos qué tan grave están, ahora vamos hallar el **índice de corrosión** de las columnas con las siguientes tablas para llegar a una conclusión final y poder dar solución al problema de las patologías en el concreto.

Veamos:

Índice de Corrosión (ID)

Agresividad Ambiental (AA):

Tabla n°1: Clases de exposición		
designación	Descripción del Ambiente	Ejemplos
1. Sin riesgo de Corrosión		
X₀	Concreto fresco o armado: todos los ambientes excepto donde hay acciones de deshielo, abrasión o ataques químicos.	concreto en interiores de edificios con niveles de humedad muy bajos
2. Corrosión Inducida por Carbonatación		
XC₁	Seco o permanentemente húmedo	Concreto armado en el interior de edificios con humedad relativa baja. Concreto permanentemente sumergido.
XC₂	Húmedo, raramente seco.	Superficies de concreto sometidas a contacto con el agua durante largos periodos. Cimentaciones.
XC₃	Humedad moderada	Concreto armado en el interior de edificios con humedad relativa moderada. Concreto en exterior protegido de la lluvia.
XC₄	Ciclos húmedos y secos.	Superficies de concreto en contacto con el agua, no incluidas en la clase XC ₂ .
3. Corrosión Inducida por Cloruros de origen distinto del marino		
XD₁	Moderadamente húmedo	Superficie de concreto expuesta a los cloruros contenidos en el aire.
XD₂	Húmedo, raramente seco.	concreto expuesto a la acción de aguas industriales que contienen cloruros
XD₃	Ciclos húmedos y secos.	Partes expuestas a salpicaduras que contienen cloruros.
4. Corrosión Inducida por Cloruros de origen marino		
XS₁		

	Exposición a la acción de la sal contenida en el aire, pero no en contacto con el agua de mar.	Estructuras cerca del mar o en la costa
XS₂	Permanentemente sumergidas	partes de estructuras marítimas
XS₃	Zonas expuestas a la acción de las mareas o salpicaduras.	partes de estructuras marítimas

El valor de la Agresividad Ambiental (AA), se determinara adjudicando puntos de 0 a 4 a las clases de exposición de la tabla 1, como se muestra en la tabla 2.

tabla 2	
Valor de la Agresividad Ambiental (AA)	
Clase de exposición	Puntuación
X₀	0
XC₁	1
XC₂	1
XC₃	2
XC₄	3
XD₁	2
XD₂	3
XD₃	4
XS₁	2
XS₂	3
XS₃	4

$$AA = 2$$

Índice de Daño por Corrosión (IDC):

Tabla 3: Indicadores para estimación de IDC				
Indicador	1	2	3	4
Profundidad de Carbonatación	$X_{co2} = 0$	$X_{co2} < r$	$X_{co2} = r$	$X_{co2} > r$
Profundidad de Cloruros	$X_{cl-} = 0$	$X_{cl-} < r$	$X_{cl-} = r$	$X_{cl-} > r$
Fisuración en el recubrimiento	Sin fisuras	fisuras < 0.3 mm	Sin fisuras > 0.3 mm	Fisuración generalizada
Resistividad	$\rho > 1000 \Omega m$	$500 < \rho < 1000 \Omega m$	$100 < \rho < 500 \Omega m$	$\rho < 100 \Omega m$
Perdida de sección de Armadura	< 1%	1 - 5%	5 - 10%	> 10%
Intensidad de Corrosión	$I_{corr} < 0.1 \mu A/cm^2$	$0.1 < I_{corr} < 0.5 \mu A/cm^2$	$0.5 < I_{corr} < 1 \mu A/cm^2$	$I_{corr} > 1 \mu A/cm^2$

Los valores obtenidos, mediante mediciones y ensayos, de la carbonatación, profundidad de cloruros, ancho de fisuras, resistividad, profundidad de pérdida de sección de la armadura e intensidad de corrosión; se deberán comparar con los valores establecidos en la tabla 3 y asignar una puntuación de 1 a 4 a cada uno de los indicadores, para posteriormente realizar el promedio aritmético de ellos.

Profundidad de Carbonatación =	2
Profundidad de cloruros =	2
Fisuración en el recubrimiento =	2
Resistividad =	1
Perdida de sección de armadura =	2
Intensidad de Corrosión =	2

$$IDC = \frac{\sum_{i=1}^6 \text{Puntuación del Indicador}_i}{6}$$

IDC = 1.83

Cálculo del **INDICE DE CORROSION (IC)**

$$IC = \frac{AI + IDC}{2}$$

Tabla 4	
Valor del Índice de Corrosión	Nivel de Corrosión
0 - 1	Muy Baja
1 - 2	Baja
2 - 3	Media
3 - 4	Alta

IC = 1.92

→

Baja

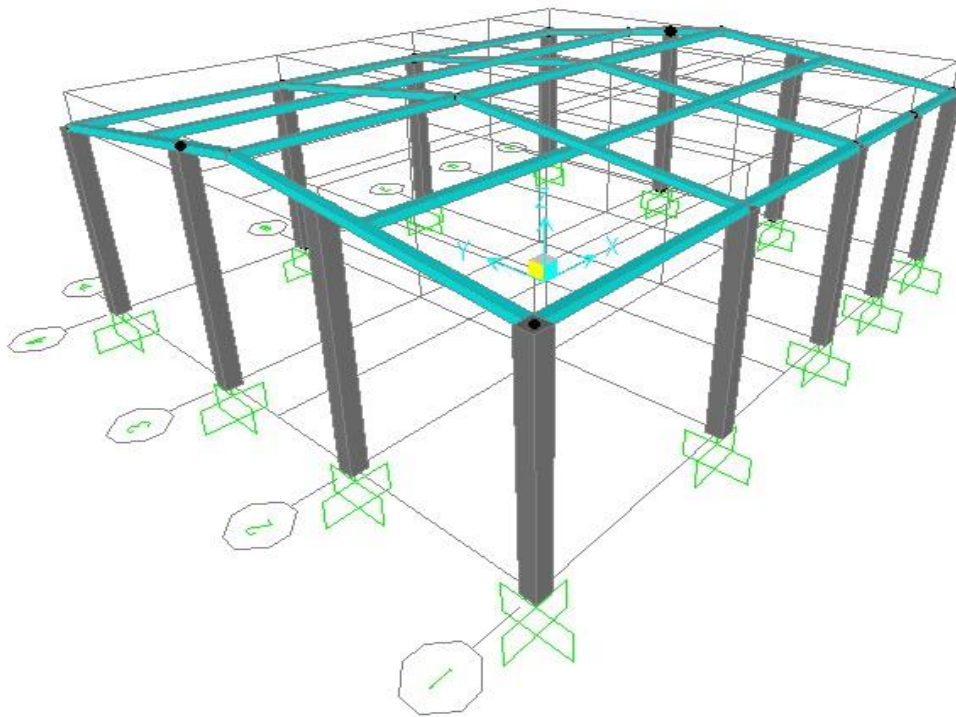
Después de diagnosticar por durabilidad las columnas, nos encontramos con una corrosión baja la cual se puede tomar medidas de prevención que se hablara en el capítulo de terapéutica del concreto.

5.3) Evaluación Post Sísmica de Aulas de las distintas Instituciones Educativas de Pimentel:

Utilizando el Programa SAP2000 evaluaremos el comportamiento de la estructura cuando recién se construyó y en la actualidad que ha sufrido cambios en resistencia debido a sus fisuras y corrosión.

a) *Institución Educativa Angelitos de Jesús:*

Aula N°1



medidas del producto				
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (mm)	Peso (Kg)	Área (m ²)
1.1	1.83	5	19.7	1.77
1.1	2.44	5	26.3	2.4
1.1	3.05	5	32.9	3.05

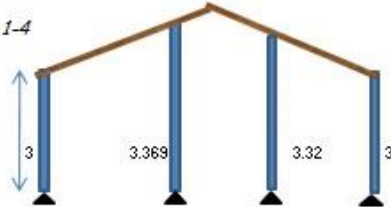
Eternit



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	175	kg/cm2
E :	198431.35	

Dibujo Eje A: 1-4



Metrado de Cargas :

Columnas						
Tipo de Colm.	Nº de veces	Dimensiones (m)		Area (m2)	Volumen (m3)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	9	0.2	0.2	0.04	0.12	2592
	2	0.2	0.2	0.04	0.13476	647
	2	0.2	0.2	0.04	0.13288	638
						3877

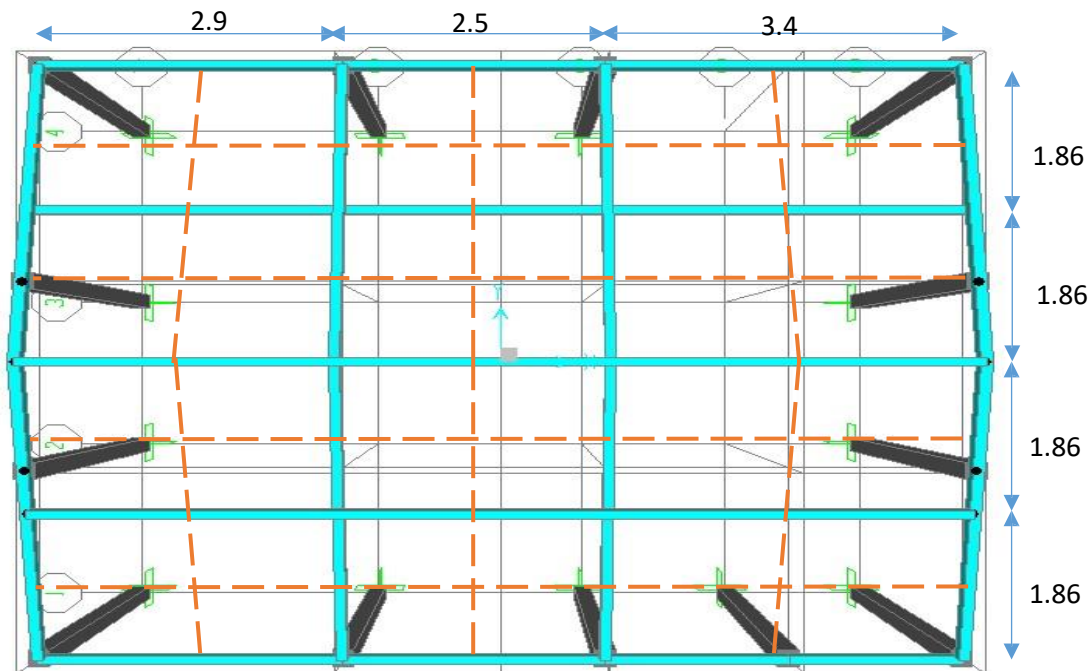
Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m3
E :	1.3E+09	

Viga						
Tipo de viga	Nº de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m3)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	8	0.1016	0.1016	3.7584	0.0387963	233
	5	0.1016	0.1016	8.8	0.0908385	340.6
						573.42

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Total (m2)
	8.8	7.45	65.56

Eternit	P (kg)	A (m2)	P/A
	26.3	2.4	10.96 kg/m2



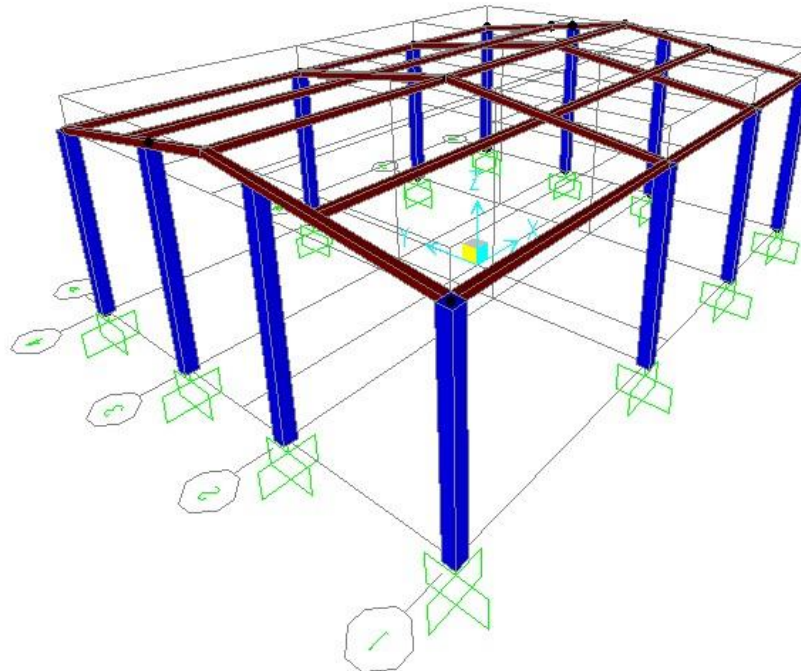
Distribucion de cargas en las vigas por areas:

	L	A	Area	n° veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	0.93125	1.45	1.35031	2	14.80	5.79	9.01	29.59
	0.93125	1.70	1.58313	2	17.35	6.14	11.21	34.70
Int.	1.8625	2.70	5.02875	3	55.11	22.50	32.61	165.32
	1.8625	2.95	5.49438	3	60.21	23.30	36.91	180.63
Ext.	0.93125	2.70	2.51438	2	27.55	7.07	20.49	55.11
	0.93125	2.95	2.74719	2	30.10	7.22	22.88	60.21
	1.8625	1.45	2.70063	3	29.59	16.64	12.95	88.78
	1.8625	1.70	3.16625	3	34.70	18.14	16.56	104.09
					24.585	Total		718.43

Carga distribuida por Viga de madera							
	Longitud		N° de veces		Peso		Total
Eje A	0.93125	1.8625	2	3	5.79	16.64	61.49
Eje B	0.93125	1.8625	2	3	7.07	22.50	81.62
Eje C	0.93125	1.8625	2	3	7.22	23.30	84.35
Eje D	0.93125	1.8625	2	3	6.14	18.14	66.70
viga 1 y 5	1.45	2.70	1	1	9.01	20.49	63.59
	1.70	2.95	1	1	11.21	22.88	
Viga 2, 3 y 4	1.45	2.70	1	1	12.95	32.61	99.03
	1.70	2.95	1	1	16.56	36.91	

Carga Muerta	
Peso de Eternit	718.43
Peso de Vigas de Madera	573.42
Peso de columnas	1938.34
	3230.19

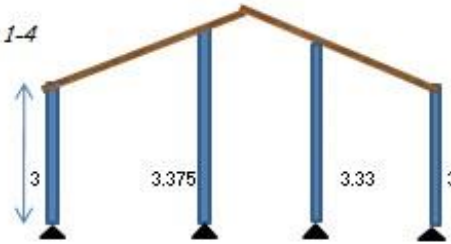
Aula N°2



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	175	kg/cm2
E :	198431.35	

Dibujo Eje A: 1-4



Metrado de Cargas :

Columnas						
Tipo de Colm.	N° de veces	Dimensiones (m)		Area (m2)	Volumen (m3)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	8	0.2	0.2	0.04	0.12	2304
	2	0.2	0.2	0.04	0.135	648
	2	0.2	0.2	0.04	0.13304	639
						3591

Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m3
E :	1.3E+09	

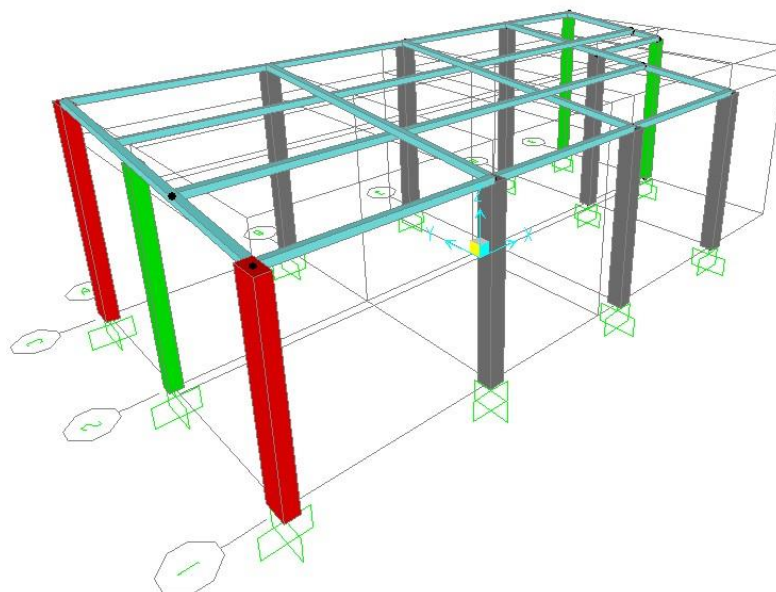
Viga						
Tipo de viga	N° de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m3)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	8	0.1016	0.1016	3.6	0.0371612	223
	5	0.1016	0.1016	9.6	0.0990966	371.6
						594.58

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Total (m2)
	9.6	7.2	69.12

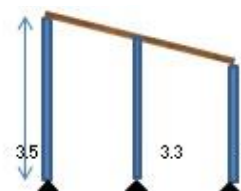
Eternit	P (kg)	A (m2)	P/A
	26.3	2.4	10.96 kg/m2

Carga distribuida por Viga de madera							
	Longitud		N° de veces		Peso		Total
Eje A	0.9	1.8	2	3	6.17	18.91	69.05
Eje B	0.9	1.8	2	3	7.08	23.56	84.84
Eje C	0.9	1.8	2	3	6.69	21.46	77.75
Eje D	0.9	1.8	2	3	5.16	14.55	53.97
viga 1 y 5	2.05	3.55	1	1	14.05	27.93	69.58
	1.25	2.75	1	1	7.17	20.43	
Viga 2, 3 y 4	2.05	3.55	1	1	21.53	46.46	110.89
	1.25	2.75	1	1	10.11	32.78	

Carga Muerta	
Peso de Eternit	757.44
Peso de Vigas de Madera	594.58
Peso de columnas	1795.30
	3147.32



Dibujo Eje A: 1:4



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m ³
f'c :	175	kg/cm ²
E :	198431.3483	

Metrado de Cargas :

Columnas						
Tipo de Colm.	N' de veces	Dimensiones (m)		Area (m ²)	Volumen (m ³)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	3	0.25	0.25	0.0625	0.21875	1575
	1	0.25	0.25	0.0625	0.203125	488
	3	0.25	0.25	0.0625	0.1875	1350
C2	1	0.4	0.2	0.08	0.28	672
	1	0.4	0.2	0.08	0.24	576
C3	1	0.2	0.2	0.04	0.14	336
	2	0.2	0.2	0.04	0.13	624
						5621

Datos Madera:

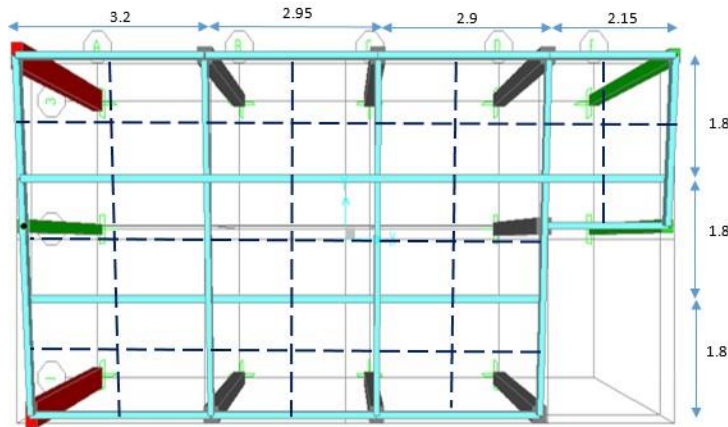
P. Esp :	750	kg/m ³
E :	1300000000	

Viga						
Tipo de viga	N' de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m ³)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	3	0.1016	0.1016	11.2	0.115612672	260
	1	0.1016	0.1016	0.5	0.093419168	70.1
	4	0.1016	0.1016	5.4	0.055741824	167
	1	0.1016	0.1016	2.5	0.0258064	19.4
						516.77

Aula N°3

Area Total del	Largo (m)	Ancho (m)	Vacio	Total (m2)
Techo	11.2	5.4	6.235	54.25

Eternit	P (kg)	A (m2)	PIA
	26.3	2.4	10.96 kg/m2



Distribucion de cargas en las vigas por areas:

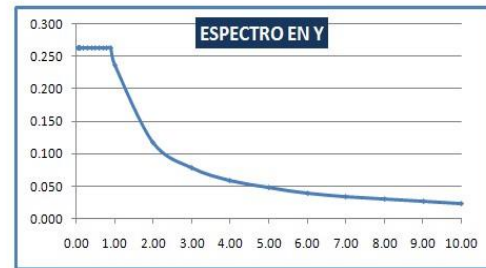
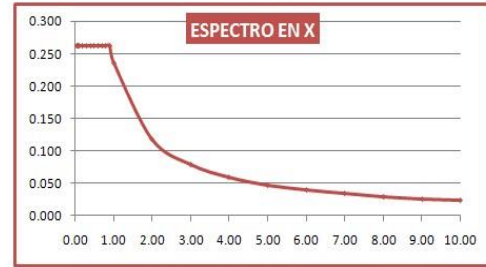
	L	A	Area	n° veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	0.9	1.60	1.44	2	15.78	5.68	10.10	31.56
	0.9	1.45	1.305	1	14.30	5.48	8.82	14.30
	0.9	1.08	0.9675	1	10.60	4.83	5.77	10.60
Int.	1.8	1.08	1.935	1	21.20	13.28	7.93	21.20
	1.8	3.08	5.535	2	60.65	22.40	38.26	121.31
	1.8	2.93	5.265	2	57.70	21.98	35.72	115.39
Ext.	1.8	2.53	4.545	1	49.81	20.73	29.08	49.81
	0.9	3.08	2.7675	2	30.33	6.87	23.46	60.65
	0.9	2.93	2.6325	2	28.85	6.79	22.06	57.70
	0.9	2.53	2.2725	1	24.90	6.54	18.36	24.90
	1.8	1.60	2.88	2	31.56	16.71	14.85	63.12
	1.8	1.45	2.61	1	28.60	15.84	12.76	28.60
					34.155	Total		599.15

Carga distribuida por Viga de madera							
	Longitud		N° de veces		Peso		Total
Eje A	0.9	1.8	2	2	5.68	16.71	44.78
Eje B	0.9	1.8	2	2	6.87	22.40	58.52
Eje C	0.9	1.8	2	2	6.79	21.98	57.53
Eje D	0.9	1.8	1	1	5.48	15.84	21.32
	1.8	0.90	1	1	20.73	6.54	27.27
Eje E	0.9	1.80	1	1	4.83	13.28	18.11
viga 1	1.60	3.08	1	1	10.10	23.46	64.44
	1.45	2.93	1	1	8.82	22.06	
viga 4	1.60	3.08	1	1	10.10	23.46	79.75
	2.93	2.53	1	1	22.06	18.36	
	1.08		1		5.77		
Viga 2	1.60	3.08	1	1	14.85	38.26	101.59
	1.45	2.93	1	1	12.76	35.72	
Viga 3	1.60	3.08	1	1	14.85	38.26	162.84
	2.93	2.53	1	2	35.72	29.08	
	1.08		2		7.93		
							591.37

Carga Muerta	
Peso de Eternit	599.15
Peso de Vigas de Madera	516.77
Peso de columnas	2810.25
	3926.17

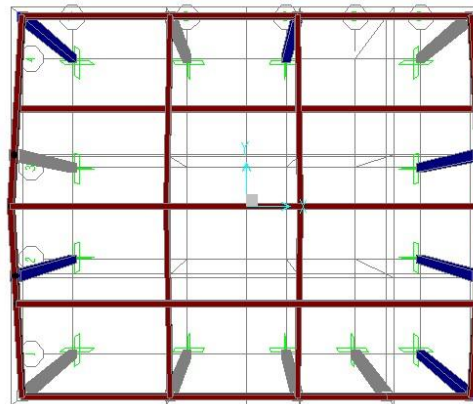
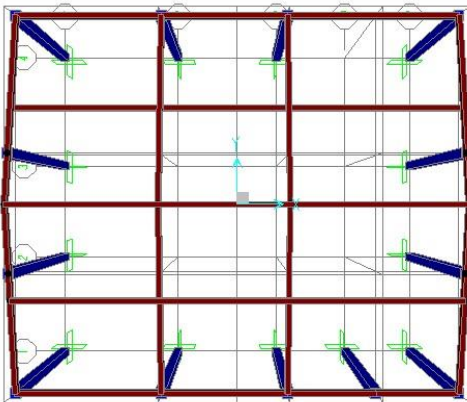
ESPECTRO EN X		
T	C=2.5(Tp/T)	Sa
0.05	2.50	0.263
0.06	2.50	0.263
0.07	2.50	0.263
0.08	2.50	0.263
0.09	2.50	0.263
0.10	2.50	0.263
0.20	2.50	0.263
0.30	2.50	0.263
0.40	2.50	0.263
0.50	2.50	0.263
0.60	2.50	0.263
0.70	2.50	0.263
0.80	2.50	0.263
0.90	2.50	0.263
1.00	2.25	0.236
2.00	1.13	0.118
3.00	0.75	0.079
4.00	0.56	0.059
5.00	0.45	0.047
6.00	0.38	0.039
7.00	0.32	0.034
8.00	0.28	0.030
9.00	0.25	0.026
10.00	0.23	0.024

ESPECTRO EN Y		
T	C=2.5(Tp/T)	Sa
0.05	2.50	0.263
0.06	2.50	0.263
0.07	2.50	0.263
0.08	2.50	0.263
0.09	2.50	0.263
0.10	2.50	0.263
0.20	2.50	0.263
0.30	2.50	0.263
0.40	2.50	0.263
0.50	2.50	0.263
0.60	2.50	0.263
0.70	2.50	0.263
0.80	2.50	0.263
0.90	2.50	0.263
1.00	2.25	0.236
2.00	1.13	0.118
3.00	0.75	0.079
4.00	0.56	0.059
5.00	0.45	0.047
6.00	0.38	0.039
7.00	0.32	0.034
8.00	0.28	0.030
9.00	0.25	0.026
10.00	0.23	0.024

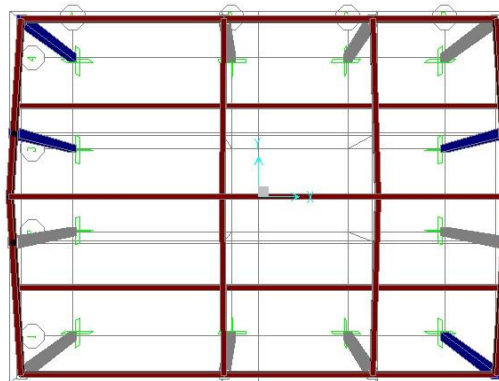
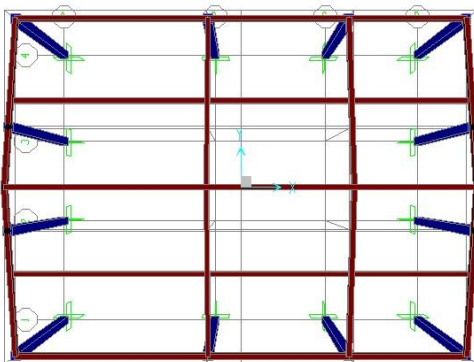


Evaluación de aulas de la Institución Educativa Angelitos de Jesús:

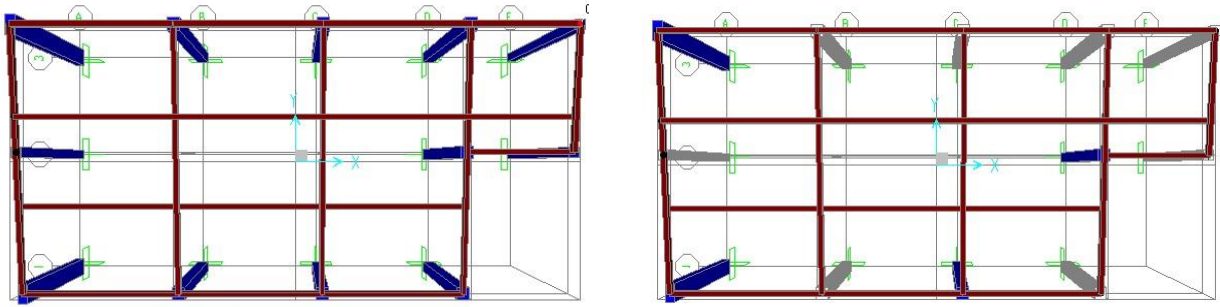
Aula 1:



Aula 2:



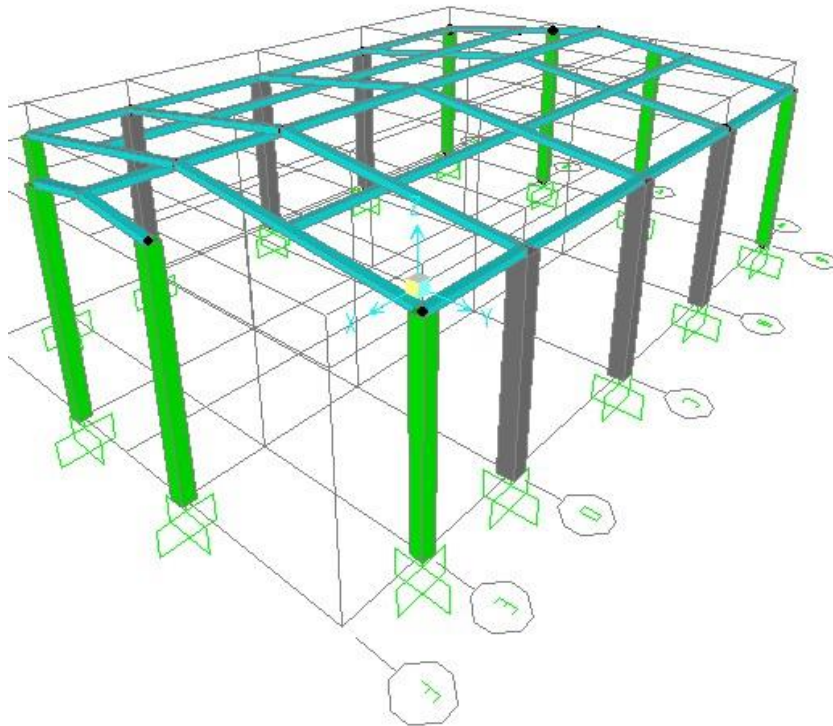
Aula 3:



Las Columnas de color blanco están dañadas, la resistencia de las columnas que eran de $f'c = 175$, ahora cambio a un $f'c = 63$. Después de eso se analiza.

b) Institución Educativa Fermín Ávila Morón

Aula N°1



medidas del producto				
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (mm)	Peso (Kg)	Área (m ²)
1.1	1.83	5	19.7	1.77
1.1	2.44	5	26.3	2.4
1.1	3.05	5	32.9	3.05

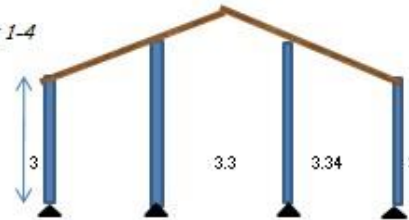
Eternit



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m ³
f'c :	175	kg/cm ²
E :	198431.35	

Dibujo Eje A: 1-4



Metrado de Cargas :

Columnas						
Tipo de Colm.	Nº de veces	Dimensiones (m)		Area (m ²)	Volumen (m ³)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	4	0.2	0.2	0.04	0.12	1152
	6	0.25	0.25	0.0625	0.1875	2700
	4	0.2	0.2	0.04	0.1336	1283
						5135

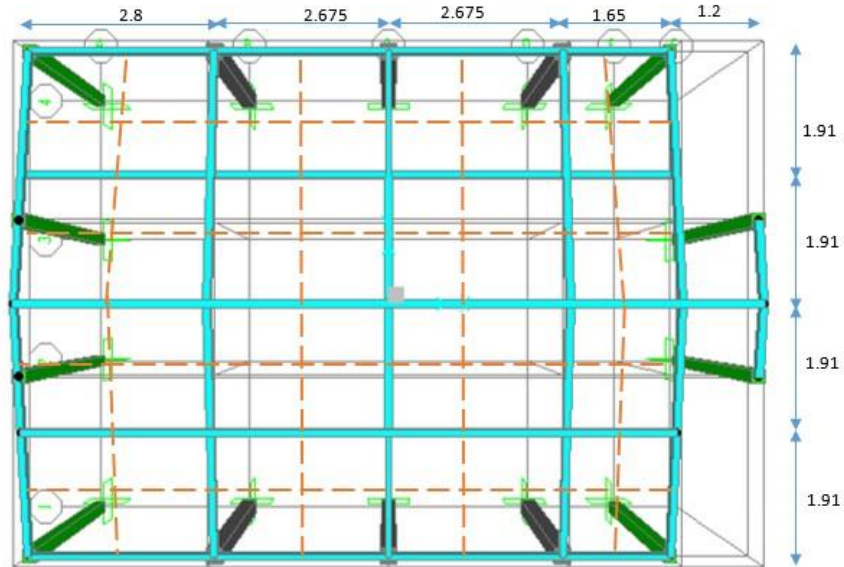
Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m ³
E :	1.3E+09	

Viga						
Tipo de viga	Nº de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m ³)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	10	0.1016	0.1016	3.825	0.03948379	296
	4	0.1016	0.1016	9.85	0.10167722	305.0
	1	0.1016	0.1016	11.05	0.11406429	86
	2	0.1016	0.1016	1.15	0.01187094	18
						704.51

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Adicional	Total (m ²)
	9.85	7.65	2.76	78.1125

Eternit	P (kg)	A (m ²)	P/A
	26.3	2.4	10.96 kg/m ²



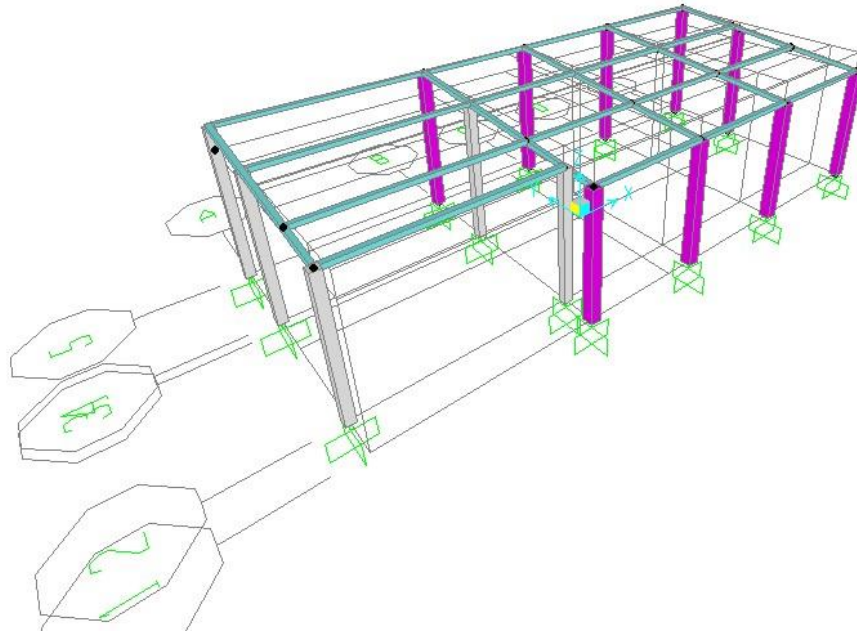
Distribucion de cargas en las vigas por areas:

	L	A	Area	n° veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	0.95625	1.43	1.36266	2	14.93	6.00	8.94	29.86
	0.95625	0.83	0.78891	2	8.65	4.64	4.00	17.29
Int.	1.9125	2.76	5.28328	3	57.90	23.68	34.21	173.69
	1.9125	2.68	5.11594	3	56.06	23.37	32.69	168.19
	1.9125	2.16	4.13578	3	45.32	21.27	24.05	135.96
Ext.	0.95625	2.76	2.64164	2	28.95	7.44	21.50	57.90
	0.95625	2.68	2.55797	2	28.03	7.38	20.65	56.06
	0.95625	2.16	2.06789	2	22.66	6.95	15.71	45.32
	1.9125	1.43	2.72531	3	29.86	17.11	12.75	89.59
	1.9125	0.83	1.57781	3	17.29	12.08	5.21	51.87
					28.2572	Total		825.74

Carga distribuida por Viga de madera							
	Longitud		N° de veces		Peso		Total
Eje A	0.95625	1.9125	2	3	6.00	17.11	63.33
Eje B	0.95625	1.9125	2	3	7.44	23.68	85.94
Eje C	0.95625	1.9125	2	3	7.38	23.37	84.88
Eje E	0.95625	1.9125	2	3	4.64	12.08	45.52
Eje D	0.95625	1.9125	2	3	6.95	21.27	77.71
viga 1 y 5	1.43	2.76	1	1	8.94	21.50	70.81
	0.83	2.68	1	1	4.00	20.65	
	2.16		1			15.71	
Viga 2, 3 y 4	1.43	2.76	1	1	12.75	34.21	108.91
	0.83	2.68	1	1	5.21	32.69	
	2.16		1			24.05	
							825.74

Carga Muerta	
Peso de Eternit	825.74
Peso de Vigas de Madera	704.51
Peso de columnas	2567.28
	4097.53

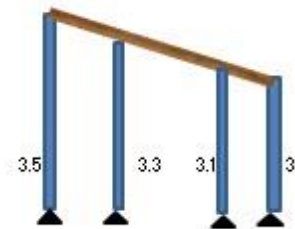
Aula N°2



Dibujo Eje A: 1-4

Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	175	kg/cm2
E :	198431.35	



Metrado de Cargas :

Tipo de Colm.	N° de veces	Dimensiones (m)		Area (m2)	Volumen (m3)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	4	0.25	0.25	0.0625	0.21875	2100
	4	0.25	0.25	0.0625	0.1875	1800
	1	0.2	0.2	0.04	0.14	336
	2	0.2	0.2	0.04	0.1334	640
	2	0.2	0.2	0.04	0.122712	589
	1	0.25	0.25	0.0625	0.2071	497
						5962

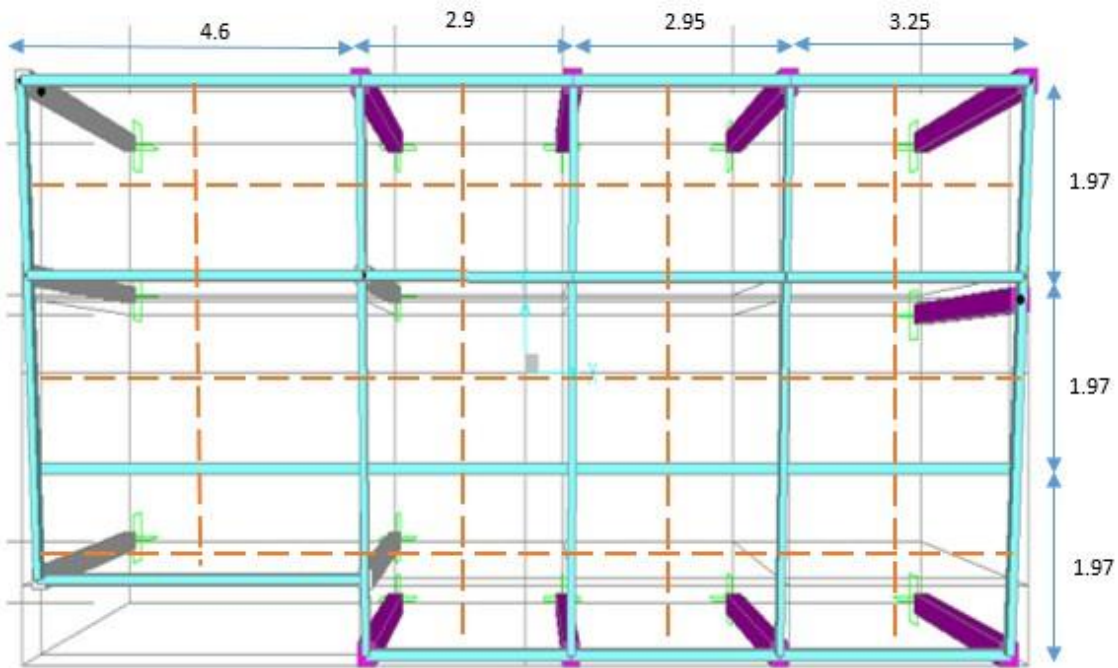
Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m3
E :	1.3E+09	

Viga						
Tipo de viga	Nº de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m3)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	3	0.1016	0.1016	13.7	0.1414191	318
	4	0.1016	0.1016	5.9	0.0609031	182.7
	1	0.1016	0.1016	5.1	0.0526451	39.5
	1	0.1016	0.1016	4.6	0.0474838	35.6
						576.00

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Adicional	Total (m2)
	13.7	5.9	3.68	77.15

Eternit P (kg) A (m2) P/A
26.3 2.4 10.96 kg/m2



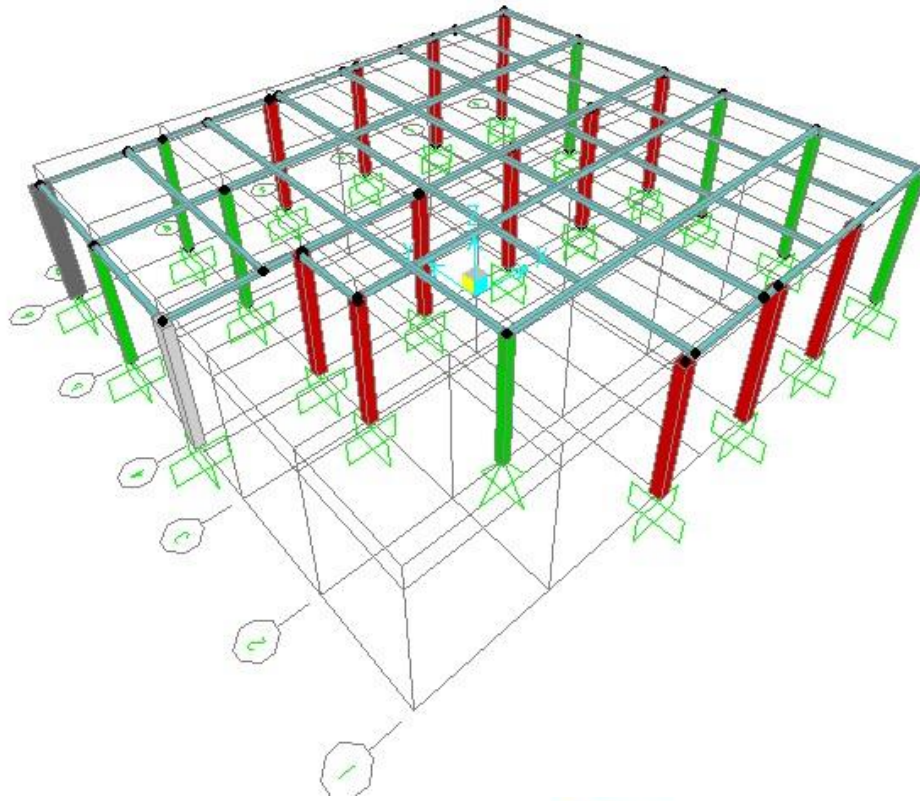
Distribucion de cargas en las vigas por areas:

	L	A	Area	nº veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	0.98333	2.30	2.262	1	24.78	7.42	17.36	24.78
	0.98333	1.63	1.598	2	17.51	6.60	10.91	35.02
	0.18333	2.30	0.422	1	4.62	0.34	4.28	4.62
Int.	1.96667	3.75	7.375	2	80.82	27.80	53.01	161.64
	1.96667	2.93	5.753	2	63.04	25.34	37.69	126.08
	1.96667	3.10	6.097	2	66.81	25.93	40.88	133.62
Ext.	0.98333	3.75	3.688	1	40.41	8.39	32.01	40.41
	0.98333	3.75	1.85	1	20.25	4.21	16.04	20.25
	0.98333	2.93	2.876	2	31.52	7.93	23.59	63.04
	1.96667	2.30	4.523	2	49.57	22.85	26.72	99.14
	0.98333	3.10	3.048	2	33.40	8.04	25.36	66.81
	1.96667	1.63	3.196	2	35.02	19.18	15.84	70.04
Total								845.44

Carga distribuidad por Viga de madera							
	Longitud		Nº de veces		Peso		Total
Eje A	0.983	1.97	1	2	7.42	22.85	53.46
	0.183		1		0.34		
Eje B	0.983	1.97	1	2	8.39	27.80	68.21
	0.983		1		4.206		
Eje C	0.983	1.97	2	2	7.93	25.34	66.55
Eje D	0.983	1.967	2	2	8.044	25.933	67.95
Eje E	0.983	1.97	2	2	6.60	19.18	51.56
viga 1	2.300	3.75	1	1	17.36	32.01	109.23
	1.625	2.93	1	1	10.91	23.59	
	3.100		1		25.36		
Viga 4	2.300	3.750	1	1	4.28	16.04	80.18
	1.625	2.925	1	1	10.91	23.59	
	3.100		1		25.36		
Viga 2, 3	2.300	3.75	1	1	26.72	53.01	174.15
	1.625	2.93	1	1	15.84	37.69	
	3.100		1		40.88		
Total							845.44

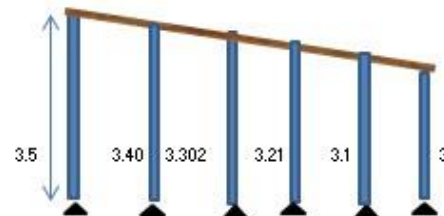
Carga Muerta	
Peso de Eternit	845.44
Peso de Vigas de Madera	576.00
Peso de columnas	2981.19
	4402.62

Aula N°3



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m ³
f'c :	175	kg/cm ²
E :	198431.35	



Metrado de Cargas :

Tipo de Colm.	N° de veces	Dimensiones (m)		Area (m ²)	Volumen (m ³)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	4	0.2	0.2	0.04	0.14	1344
	1	0.2	0.2	0.04	0.12	288
	1	0.2	0.2	0.04	0.12588	302
	2	0.2	0.2	0.04	0.12	595
C2	2	0.25	0.25	0.0625	0.21875	1050
	3	0.25	0.25	0.0625	0.2124375	1530
	3	0.25	0.25	0.0625	0.206375	1486
	3	0.25	0.25	0.0625	0.2003125	1442
	2	0.25	0.25	0.0625	0.1938125	930
C3	2	0.4	0.2	0.08	0.24	1152
						10120

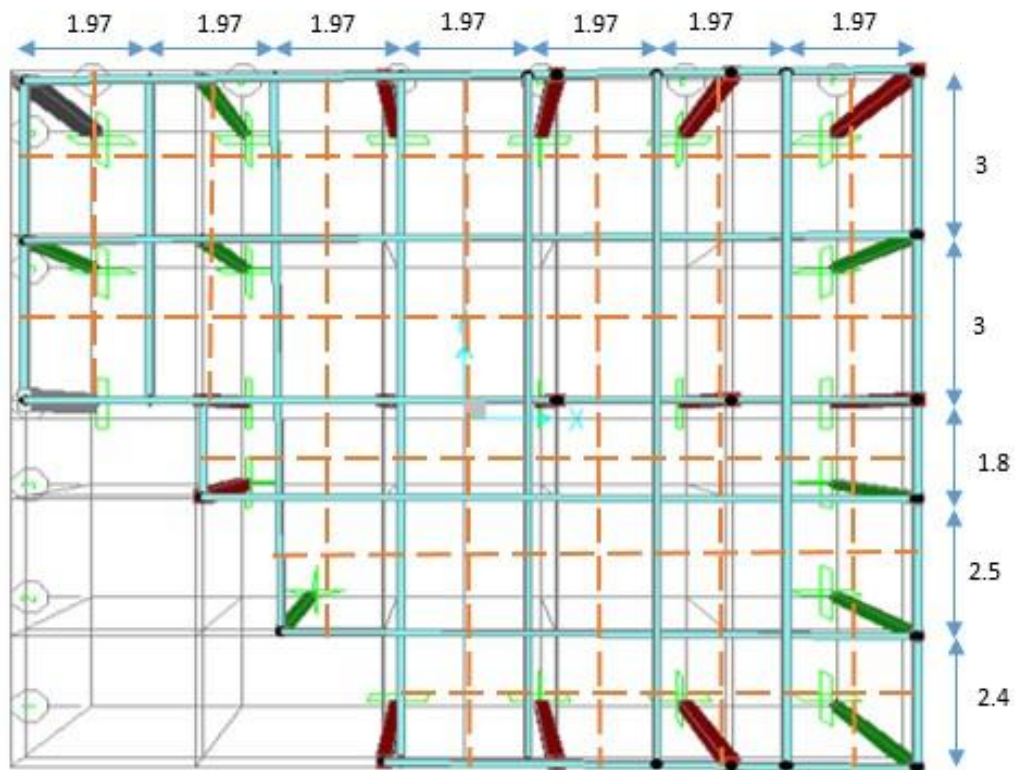
Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m3
E :	1.3E+09	

Viga						
Tipo de viga	Nº de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m3)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	5	0.1016	0.1016	12.7	0.1310965	492
	3	0.1016	0.1016	13.8	0.1424513	320.5
	1	0.1016	0.1016	11	0.1135482	85
	1	0.1016	0.1016	9.75	0.100645	75.5
	1	0.1016	0.1016	7.89	0.081445	61.1
	2	0.1016	0.1016	6	0.0619354	92.9
	1	0.1016	0.1016	10.3	0.1063224	79.7
	1	0.1016	0.1016	1.8	0.0185806	13.9
						1220.44

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Vacio	Total (m2)
	13.8	12.7	28.725	146.54

Eternit P (kg) A (m2) P/A
26.3 2.4 10.96 kg/m2



Distribucion de cargas en las vigas por areas:

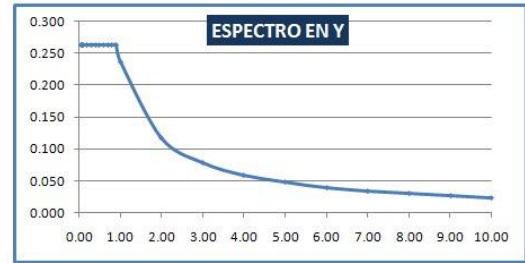
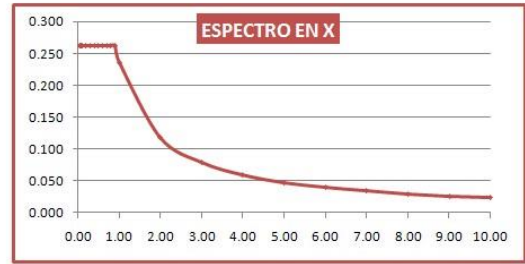
	L	A	Area	n° veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	0.99	1.50	1.48	3	16.20	6.43	9.78	48.61
	0.99	1.20	1.18	2	12.96	5.85	7.12	25.92
	0.99	1.25	1.23	1	13.50	5.95	7.55	13.50
Int.	1.97	2.40	4.73	5	51.85	23.38	28.47	259.24
	1.97	3.00	5.91	6	64.81	25.70	39.11	388.86
	1.97	2.15	4.24	4	46.45	22.22	24.23	185.79
	1.97	2.15	3.01	1	32.95	15.76	17.19	32.95
	1.97	2.45	3.65	1	39.97	17.82	22.15	39.97
	1.97	2.45	4.83	3	52.93	23.60	29.33	158.79
	1.97	2.45	4.83	3	52.93	23.60	29.33	158.79
Ext.	0.99	3.00	2.95714	2	32.41	8.01	24.39	64.81
	0.99	2.40	2.36571	1	25.92	7.55	18.38	25.92
	0.99	2.15	2.11929	1	23.22	7.30	15.92	23.22
	0.99	2.45	2.415	1	26.46	7.59	18.87	26.46
	1.97	1.20	2.36571	3	25.92	16.12	9.81	77.77
	1.97	1.50	2.95714	7	32.41	18.40	14.00	226.84
	1.97	1.50	2.95714	7	32.41	18.40	14.00	226.84
Total								1598.66

Carga distribuidad por Viga de madera								
	Longitud		N° de veces		Peso		Total	
	Eje A	1.50	3.00	2	1	9.78		24.39
Eje B	1.50	3.00	2	1	14.00	39.11	67.11	
Eje C	2.15	1.50	1	1	17.19	14.00	106.31	
	2.40	3.00	1	1	28.47	39.11		
	1.25		1		7.55			
Eje D	1.50	3.00	1	1	14.00	39.11	120.91	
	2.40	2.15	1	1	28.47	17.19		
	2.45	1.20	1	1	22.15	7.12		
Eje E, F, G	1.50	3.00	1	1	14.00	39.11	128.09	
	2.40	2.15	1	1	28.47	17.19		
	2.45	1.20	1	1	29.33	9.81		
Eje H	1.50	3.00	1	1	9.78	24.39	87.34	
	2.40	2.15	1	1	18.38	15.92		
	2.45	1.20	1	1	18.87	7.12		
viga 1	0.99	1.97	2	3	5.85	16.12	60.04	
viga 2	1.97	0.99	1	1	17.82	5.95	102.17	
	1.97	0.99	3	1	23.60	7.59		
Viga 3	1.97	0.99	1	1	15.76	7.30	111.93	
	1.97		4		22.22			
Viga 4	1.97	0.99	5	1	23.38	7.55	149.29	
	1.97	0.99	1	1	18.40	6.43		
Viga 5	1.97	0.99	6	2	25.70	8.01	170.23	
Viga 6	1.97	0.99	6	2	18.40	6.43	123.27	
Carga entre 3 y 4 perpendicular							71.84	
							1598.66	

Carga Muerta	
Peso de Eternit	1598.66
Peso de Vigas de Madera	1220.44
Peso de columnas	5060.00
	7879.10

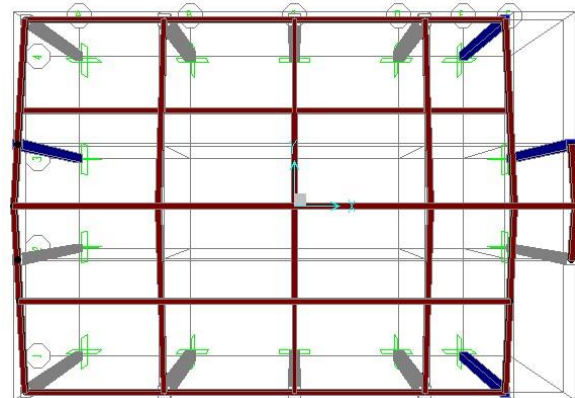
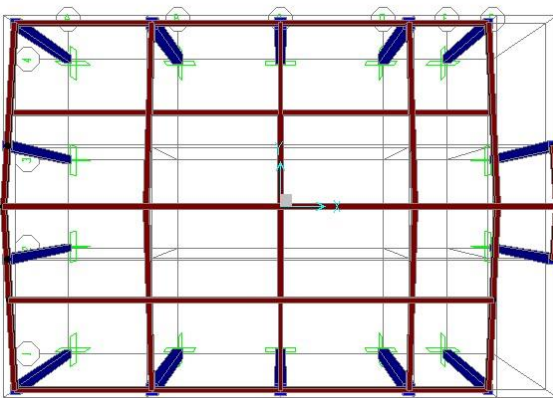
ESPECTRO EN X		
T	$C=2.5(Tp/T)$	S_a
0.05	2.50	0.263
0.06	2.50	0.263
0.07	2.50	0.263
0.08	2.50	0.263
0.09	2.50	0.263
0.10	2.50	0.263
0.20	2.50	0.263
0.30	2.50	0.263
0.40	2.50	0.263
0.50	2.50	0.263
0.60	2.50	0.263
0.70	2.50	0.263
0.80	2.50	0.263
0.90	2.50	0.263
1.00	2.25	0.236
2.00	1.13	0.118
3.00	0.75	0.079
4.00	0.56	0.059
5.00	0.45	0.047
6.00	0.38	0.039
7.00	0.32	0.034
8.00	0.28	0.030
9.00	0.25	0.026
10.00	0.23	0.024

ESPECTRO EN Y		
T	$C=2.5(Tp/T)$	S_a
0.05	2.50	0.263
0.06	2.50	0.263
0.07	2.50	0.263
0.08	2.50	0.263
0.09	2.50	0.263
0.10	2.50	0.263
0.20	2.50	0.263
0.30	2.50	0.263
0.40	2.50	0.263
0.50	2.50	0.263
0.60	2.50	0.263
0.70	2.50	0.263
0.80	2.50	0.263
0.90	2.50	0.263
1.00	2.25	0.236
2.00	1.13	0.118
3.00	0.75	0.079
4.00	0.56	0.059
5.00	0.45	0.047
6.00	0.38	0.039
7.00	0.32	0.034
8.00	0.28	0.030
9.00	0.25	0.026
10.00	0.23	0.024

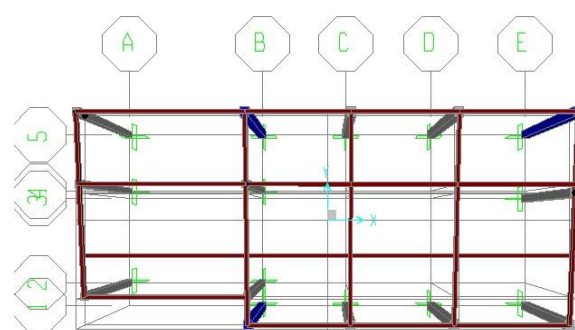
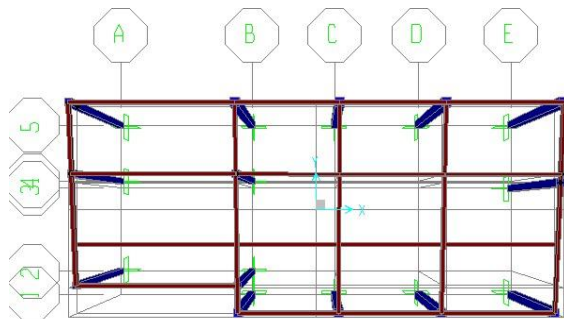


Evaluación de aulas de la Institución Educativa Fermín Ávila Morón:

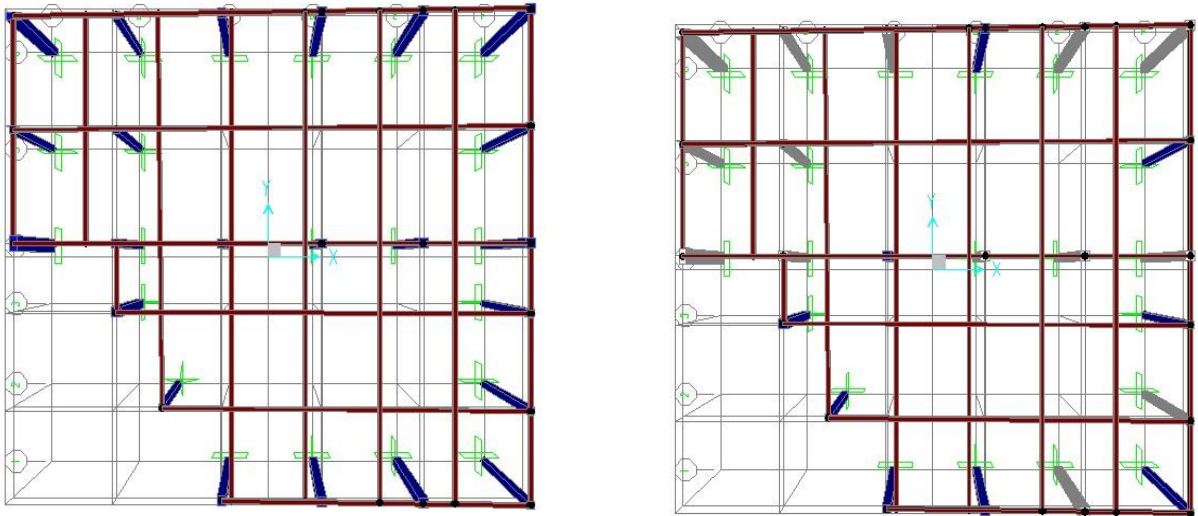
Aula 1:



Aula 2:



Aula 3:



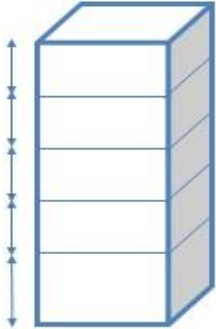
Las Columnas de color blanco están dañadas, la resistencia de las columnas que eran de $f'c = 175$, ahora cambio a un $f'c = 67$. Después de eso se analiza.

c) Institución Educativa Manuel Gonzales Prada

Para las 3 aulas iguales.

METRADO DE CARGAS - COLUMNAS

Nivel 5	0.00 m
Nivel 4	0.00 m
Nivel 3	0.00 m
Nivel 2	0.00 m
Nivel 1	3.00 m



h

b

DATOS:		
P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	175	kg/cm2
E :	198431	

TIPO DE COLUMNA	N° de veces	DIMENSIONES (cm)			Area (m2):	Hasta nivel:
		b	h	D (φ)		
Col	14	25	50		0.125	1

1.75

PESO DE COLUMNAS		
NIVEL 1	12600	kg

NIVEL 1 6300 kg

METRADO DE CARGAS - VIGAS

DATOS:		
P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	210	kg/cm2
E :	217371	

Nivel 1

Eje 1 y 2 :	b (cm)	h (cm)	L (m)	Peso	Area Sup.	nº
V1	25	35	3.50	5880	0.88	8
	25	35	3.65	3066	0.91	4

Eje A-G :	b (cm)	h (cm)	L (m)	Peso	Area Sup.	nº
V2 :	25	50	6.45	13545	1.61	7

PESO DE VIGAS		
NIVEL 1	22491	kg

Area de terreno		
B	L	Area
21.60	6.45	139.32

Area techada de 1°	139.32	137.57
--------------------	--------	--------

Area superficial de columnas	1.75
------------------------------	------

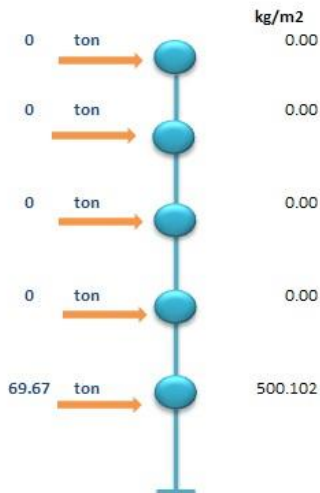
PESO DE LOSA ALIGERADA		
NIVEL 1	300	kg

Peso de tabiqueria:	100	kg/m2
Peso de Acabados	120	kg/m2

PESO DE TAB y ACAB		
NIVEL 1	30265	kg

CARGA MUERTA		
NIVEL 1	59.4	Tn

RESUMEN DE CARGAS POR NIVEL



S/C = 300 Kg/m2
S/C Techo = 100 Kg/m3

Categoria = B { 50 % Para los niveles
25 % Para techos

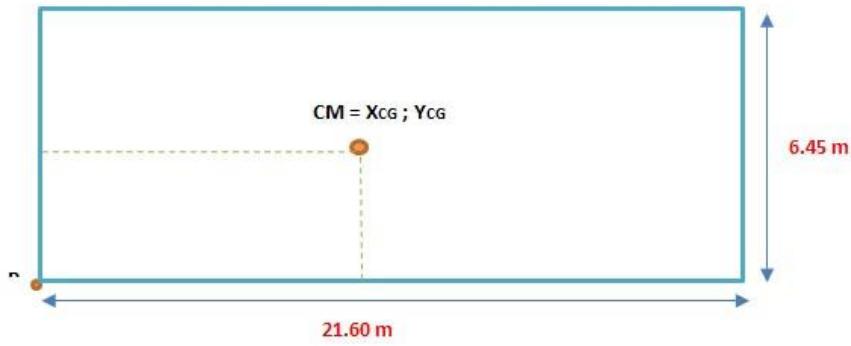
CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES	
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN
A Edificaciones Esenciales	Hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policia, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que pueden servir de refugio despues de un desastre.
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimiento penitenciarios, museos, bibliotecas y archivos especiales.
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes cuya falla ocasionaria perdidas de cuantia intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depositos. no acarree peligros adicionales de incendio.
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantia y normalmente la probabilidad de causar victimas es baja, como cercos de 1.50 metros, depositos o viviendas temporales.

Area techada de 1°	137.570
--------------------	---------

Area Techada de 2°, 3°, 4° y 5° Nivel 0.00

% CARGA VIVA		
NIVEL 1	10.32	Tn
NIVEL 2	0	Tn
NIVEL 3	0	Tn
NIVEL 4	0	Tn
NIVEL 5	0	Tn

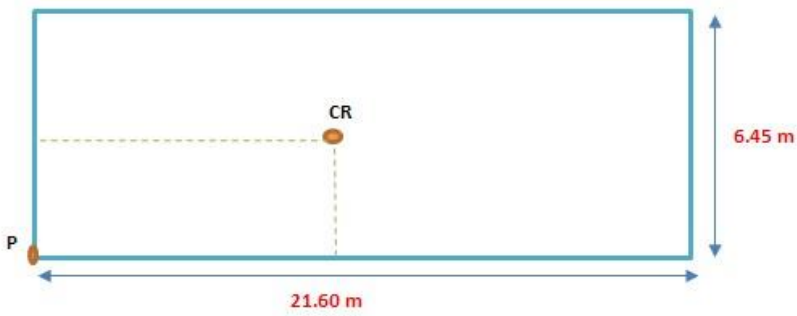
CENTRO DE MASA DEL 1°



Area total :	dX	dY
139.32	10.80	3.23

X _{cg} =	10.80	m
Y _{cg} =	3.23	m

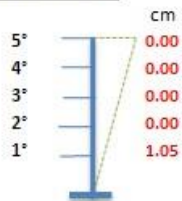
CENTRO DE RIGIDEZ



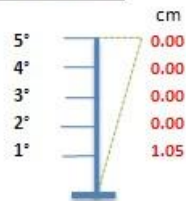
Carga horizontal en los porticos: 10 tn

EN EJE X - X

PORTICO EJE 1

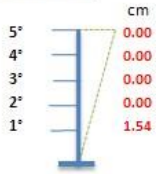


PORTICO EJE 2

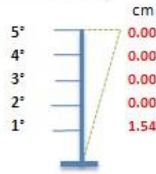


EN EJE Y - Y

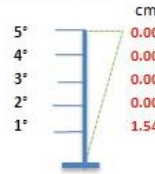
PORTICO EJE A



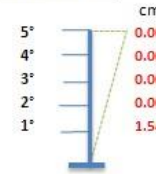
PORTICO EJE B



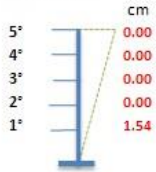
PORTICO EJE C



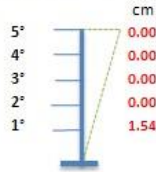
PORTICO EJE D



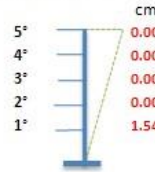
PORTICO EJE E



PORTICO EJE F



PORTICO EJE G



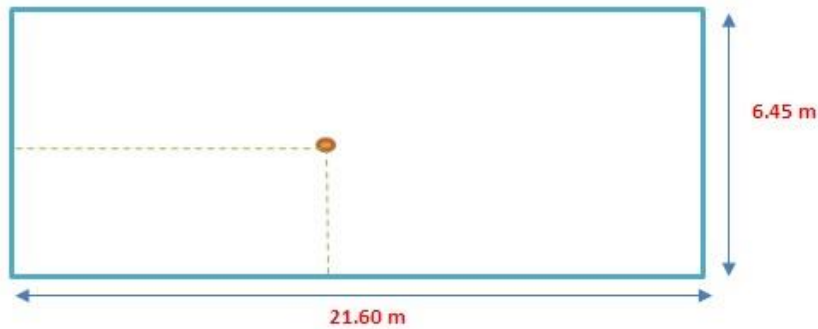
EJE X - X

Portico	Dist. X al Pto P	1° Nivel	
		Fza/di	Xcr
A	0.00	6.49	15.63
B	3.50	6.49	
C	7.15	6.49	
D	10.80	6.49	
E	14.50	6.49	
F	18.10	32.47	
G	21.60	32.47	
Total		97.40	

EJE Y - Y

Portico	Dist. Y al Pto P	1° Nivel	
		Fza/di	Ycr
1	0.00	9.52	3.23
2	6.45	9.52	
Total		19.05	

MASA ROTACIONAL PARA SECCIÓN RECTANGULAR



$$Masa Rot. = Masa \cdot ((h^2 + b^2) / 12)$$

$$((h^2 + b^2) / 12) = 42.35$$

	PESO	MASA ROT.
NIVEL 1	70	2950.48

METODO ESTATICO

NIVEL	PESO	ALTURA	Pi.hi	%	Fi en X	Fi en Y	X cm	Y cm	X cr	Y cr	ex	ey	Por Carga		Por excentricidad Accidental			
													Mx	My	Ex acc.	Ey acc.	Mx acc.	My acc.
1	70	3	209.02	100.00	15.85	15.85	10.80	3.23	15.63	3.23	-4.83	0.00	-76.56	0.00	1.080	0.32	17.12	5.11
	70		209.02	100.00	15.85													

Z =	3	=	0.4
U =	B	=	1.3
S =	S3	=	1.4
		TP =	0.9

Ct =	Predomina porticos	35
------	--------------------	----

Irregularidad :	Regular
-----------------	---------

R para X=	Porticos	=	8	ZUCS/R :	0.228
R para Y=	Porticos	=	8	ZUCS/R :	0.228

hn =	3
T =	0.09

C =	2.50
Pe =	70 tn

$$T = hn/Ct$$

$$C = 2.5(Tp/T) ; C \leq 2.5$$

$$C/R = 0.313$$

$$C/R = 0.313$$

Para X-X	
V = ZUCS/RP	16 tn

Para Y-Y	
V = ZUCS/RP	16 tn

ESPECTRO ANALISIS DINAMICO

Z =	3	=	0.4
U =	B	=	1.3
S =	S3	=	1.4
		TP =	0.9

Ct =	Predomina porticos	35
------	--------------------	----

Irregularidad:	Regular
----------------	---------

R para X=	Porticos	=	8	ZUS/R	0.091
R para Y=	Porticos	=	8	ZUS/R	0.091

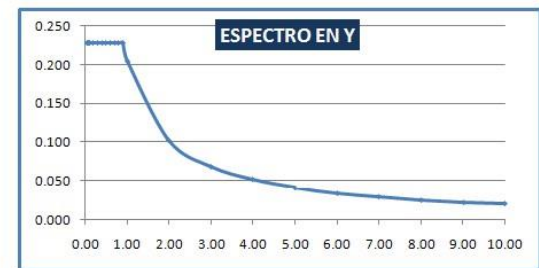
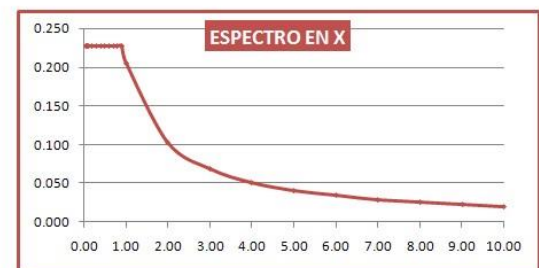
$$T = hn/Ct$$

$$C = 2.5(Tp/T) ; C \leq 2.5$$

$$Sa = (SC) \times ((ZU)/R) g$$

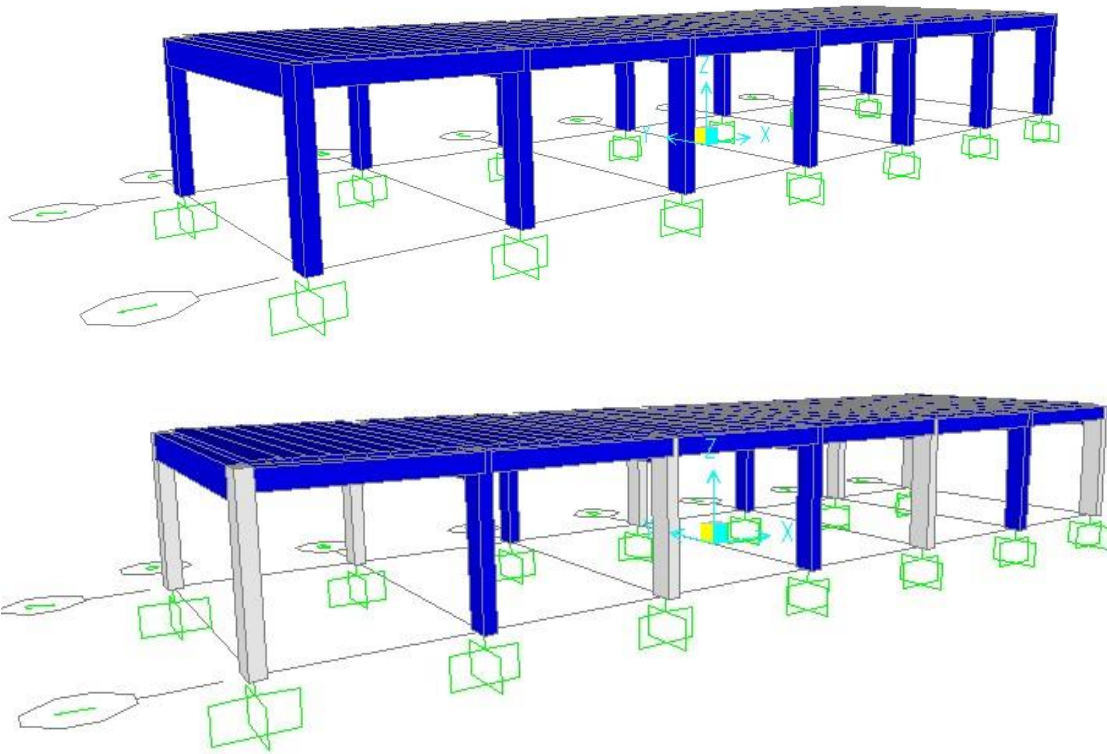
ESPECTRO EN X		
T	C=2.5(Tp/T)	Sa
0.05	2.50	0.228
0.06	2.50	0.228
0.07	2.50	0.228
0.08	2.50	0.228
0.09	2.50	0.228
0.10	2.50	0.228
0.20	2.50	0.228
0.30	2.50	0.228
0.40	2.50	0.228
0.50	2.50	0.228
0.60	2.50	0.228
0.70	2.50	0.228
0.80	2.50	0.228
0.90	2.50	0.228
1.00	2.25	0.205
2.00	1.13	0.102
3.00	0.75	0.068
4.00	0.56	0.051
5.00	0.45	0.041
6.00	0.38	0.034
7.00	0.32	0.029
8.00	0.28	0.026
9.00	0.25	0.023
10.00	0.23	0.020

ESPECTRO EN Y		
T	C=2.5(Tp/T)	Sa
0.05	2.50	0.228
0.06	2.50	0.228
0.07	2.50	0.228
0.08	2.50	0.228
0.09	2.50	0.228
0.10	2.50	0.228
0.20	2.50	0.228
0.30	2.50	0.228
0.40	2.50	0.228
0.50	2.50	0.228
0.60	2.50	0.228
0.70	2.50	0.228
0.80	2.50	0.228
0.90	2.50	0.228
1.00	2.25	0.205
2.00	1.13	0.102
3.00	0.75	0.068
4.00	0.56	0.051
5.00	0.45	0.041
6.00	0.38	0.034
7.00	0.32	0.029
8.00	0.28	0.026
9.00	0.25	0.023
10.00	0.23	0.020

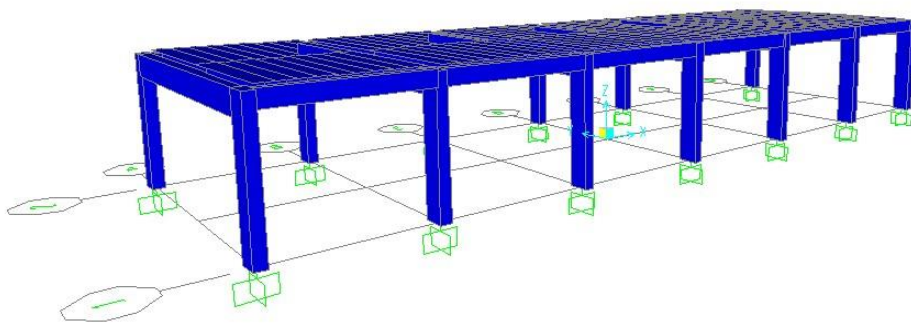


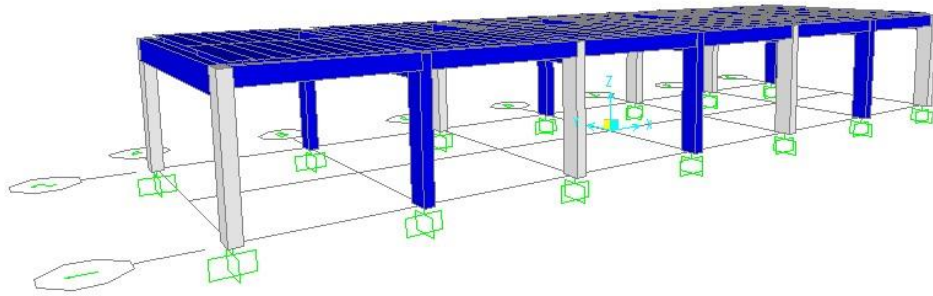
Evaluación de aulas de la Institución Educativa Manuel Gonzales Prada:

Aula 1:

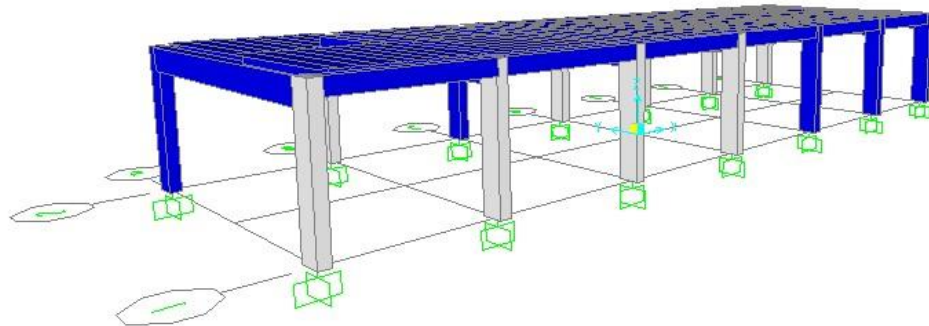
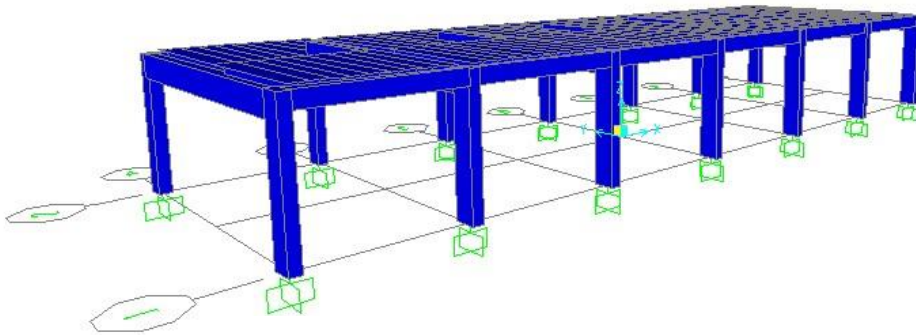


Aula 2:





Aula 3:

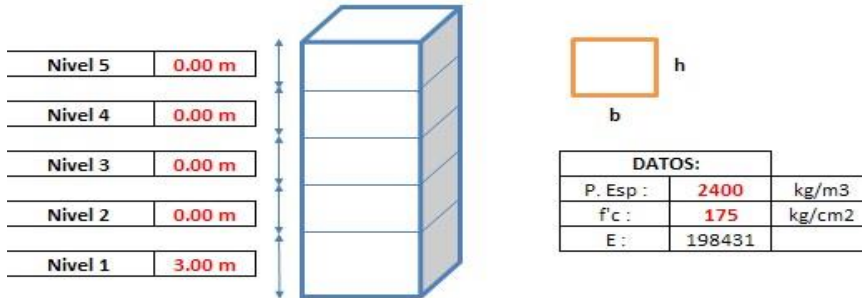


Las Columnas de color blanco están dañadas, la resistencia de las columnas que eran de $f'c = 175$, ahora cambio a un $f'c = 110$. Después de eso se analiza.

d) *Institución Educativa San Isidro*

INSTITUCION EDUCATIVA SAN ISIDRO AULA 1-3

METRADO DE CARGAS - COLUMNAS



TIPO DE COLUMNA	N° de veces	DIMENSIONES (cm)			Area (m2):	Hasta nivel:
		b	h	D (φ)		
Col 1	4	30	60		0.180	1
Col 2	10	30	90		0.27	1
						3.42

PESO DE COLUMNAS		
NIVEL 1	24624	kg

NIVEL 1 12312 kg

METRADO DE CARGAS - VIGAS

DATOS:		
P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	210	kg/cm2
E :	217371	

Nivel 1

Eje 1 y 2 :	b (cm)	h (cm)	L (m)	Peso	Area Sup.	nº
V1	30	50	3.30	14256	0.99	12

Eje A-G :	b (cm)	h (cm)	L (m)	Peso	Area Sup.	nº
V2 :	30	60	7.35	22226	2.21	7

PESO DE VIGAS		
NIVEL 1	36482	kg

Area de terreno
 B L Area
 19.80 7.35 145.53

Area techada de 1°	145.53	142.11
--------------------	--------	--------

Area superficial de columnas	3.42
------------------------------	------

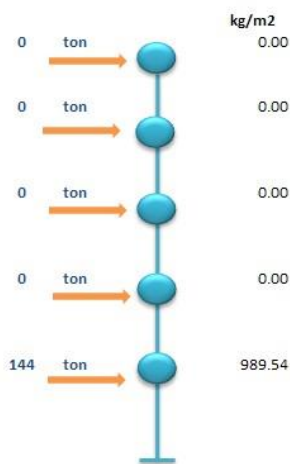
PESO DE LOSA		
NIVEL 1	42633	kg

Peso de tabiqueria:	100	kg/m ²
Peso de Acabados	120	kg/m ²

PESO DE TAB y ACAB		
NIVEL 1	31264	kg

CARGA MUERTA		
NIVEL 1	123	Tn

RESUMEN DE CARGAS POR NIVEL



S/C = 300 Kg/m²
S/C Techo = 100 Kg/m³

Categoria = B { 50 % Para los niveles
25 % Para techos

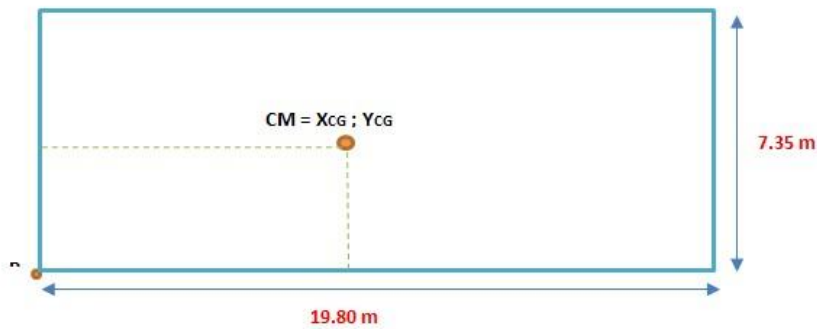
CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES	
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN
A Edificaciones Esenciales	Hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policia, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que pueden servir de refugio despues de un desastre.
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reunen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimiento penitenciarios, museos, bibliotecas y archivos especiales.
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes cuya falla ocasionaria perdidas de cuantia intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depositos.no acarree peligros adicionales de incendio.
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantia y normalmente la probabilidad de causar victimas es baja, como cercos de 1.50 metros, depositos o viviendas temporales.

Area techada de 1°	142.11
--------------------	--------

Area Techada de 2°, 3°, 4° y 5° Nivel 0.00

% CARGA VIVA		
NIVEL	Carga	Tn
NIVEL 1	21	Tn
NIVEL 2	0	Tn
NIVEL 3	0	Tn
NIVEL 4	0	Tn
NIVEL 5	0	Tn

CENTRO DE MASA DEL 1°

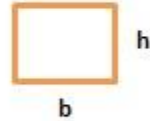
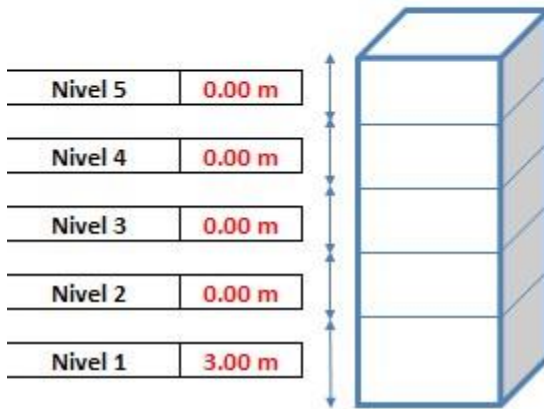


Area total :	dX	dY
145.53	9.90	3.68

X cg =	9.90	m
Y cg =	3.68	m

INSTITUCION EDUCATIVA SAN ISIDRO AULA 4-6

METRADO DE CARGAS - COLUMNAS

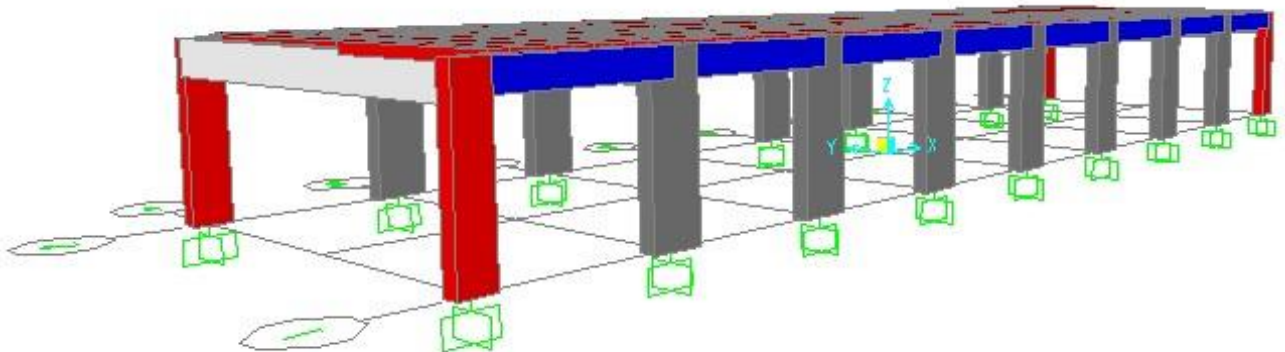


DATOS:		
P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	175	kg/cm2
E :	198431	

TIPO DE COLUMNA	N° de veces	DIMENSIONES (cm)			Area (m2):	Hasta nivel:
		b	h	D (φ)		
Col 1	4	30	60		0.180	1
Col 2	14	30	90		0.27	1
					4.50	

PESO DE COLUMNAS		
NIVEL 1	32400	kg

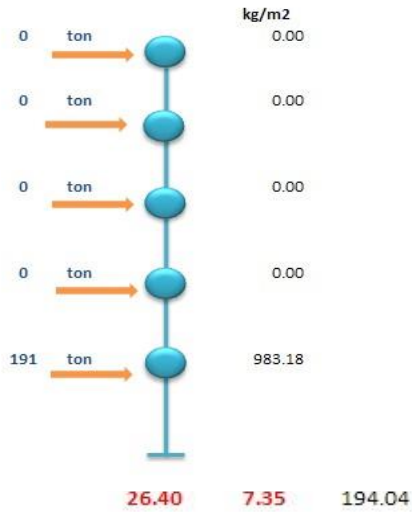
NIVEL 1 16200 kg



METRADO DE CARGAS - VIGAS

DATOS:		
P. Esp :	2400	kg/m3

RESUMEN DE CARGAS POR NIVEL



S/C = 300 Kg/m2
 S/C Techo = 100 Kg/m3
 Categoría = B { 50 % Para los niveles
 25 % Para techos

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES	
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN
A Edificaciones Esenciales	Hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que pueden servir de refugio despues de un desastre.
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimiento penitenciarios, museos, bibliotecas y archivos especiales.
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes cuya falla ocasionaria pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, despositos.no acarree peligros adicionales de incendio.
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar victimas es baja, como cercos de 1.50 metros, despositos o viviendas temporales.

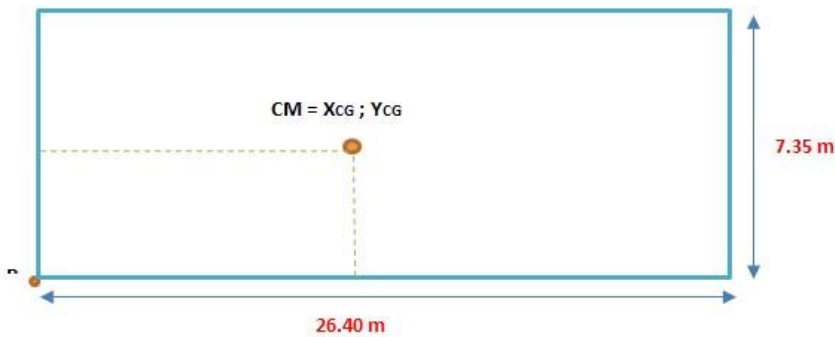
Area techada de 1°	189.54
--------------------	--------

Area Techada de 2°, 3°, 4° y 5° Nivel 0.00

% CARGA VIVA		
NIVEL	Tn	Tn
NIVEL 1	28	Tn
NIVEL 2	0	Tn
NIVEL 3	0	Tn
NIVEL 4	0	Tn
NIVEL 5	0	Tn

Peso de Acabados	120	kg/m2
------------------	-----	-------

CENTRO DE MASA DEL 1°



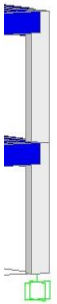
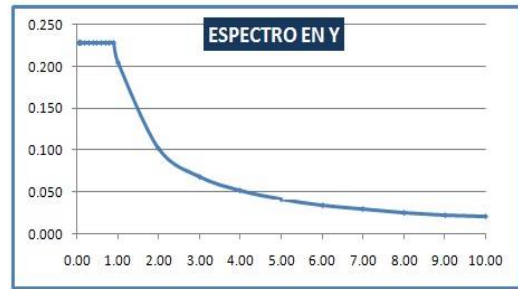
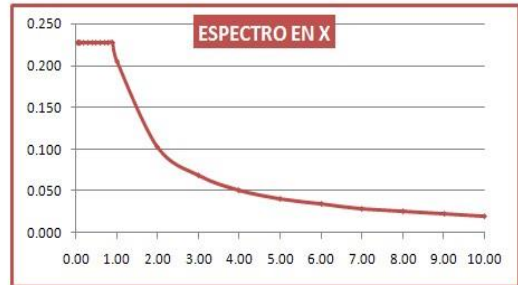
Area total :	dX	dY
194.04	13.20	3.68

X cg =	13.20	m
Y cg =	3.68	m

Espectro:

ESPECTRO EN X		
T	C=2.5(Tp/T)	Sa
0.05	2.50	0.228
0.06	2.50	0.228
0.07	2.50	0.228
0.08	2.50	0.228
0.09	2.50	0.228
0.10	2.50	0.228
0.20	2.50	0.228
0.30	2.50	0.228
0.40	2.50	0.228
0.50	2.50	0.228
0.60	2.50	0.228
0.70	2.50	0.228
0.80	2.50	0.228
0.90	2.50	0.228
1.00	2.25	0.205
2.00	1.13	0.102
3.00	0.75	0.068
4.00	0.56	0.051
5.00	0.45	0.041
6.00	0.38	0.034
7.00	0.32	0.029
8.00	0.28	0.026
9.00	0.25	0.023
10.00	0.23	0.020

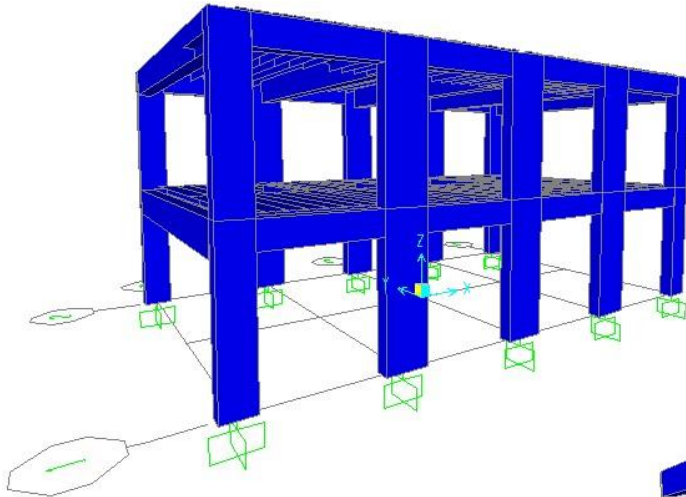
ESPECTRO EN Y		
T	C=2.5(Tp/T)	Sa
0.05	2.50	0.228
0.06	2.50	0.228
0.07	2.50	0.228
0.08	2.50	0.228
0.09	2.50	0.228
0.10	2.50	0.228
0.20	2.50	0.228
0.30	2.50	0.228
0.40	2.50	0.228
0.50	2.50	0.228
0.60	2.50	0.228
0.70	2.50	0.228
0.80	2.50	0.228
0.90	2.50	0.228
1.00	2.25	0.205
2.00	1.13	0.102
3.00	0.75	0.068
4.00	0.56	0.051
5.00	0.45	0.041
6.00	0.38	0.034
7.00	0.32	0.029
8.00	0.28	0.026
9.00	0.25	0.023
10.00	0.23	0.020



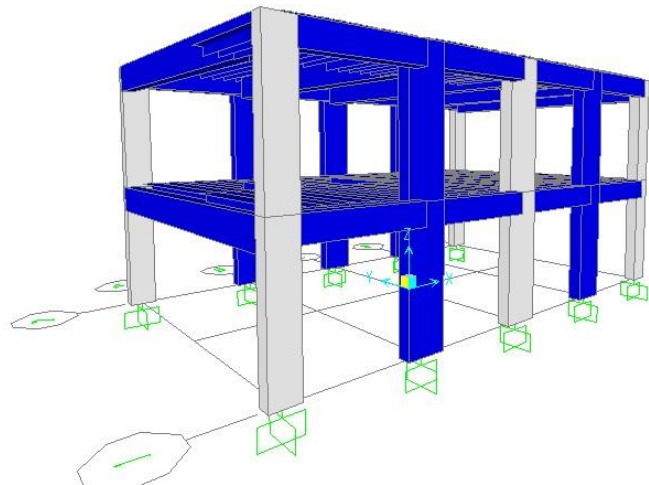
Evaluación de aulas de la Institución Educativa San Isidro:

Nivel Primario:

Aula 1-3:

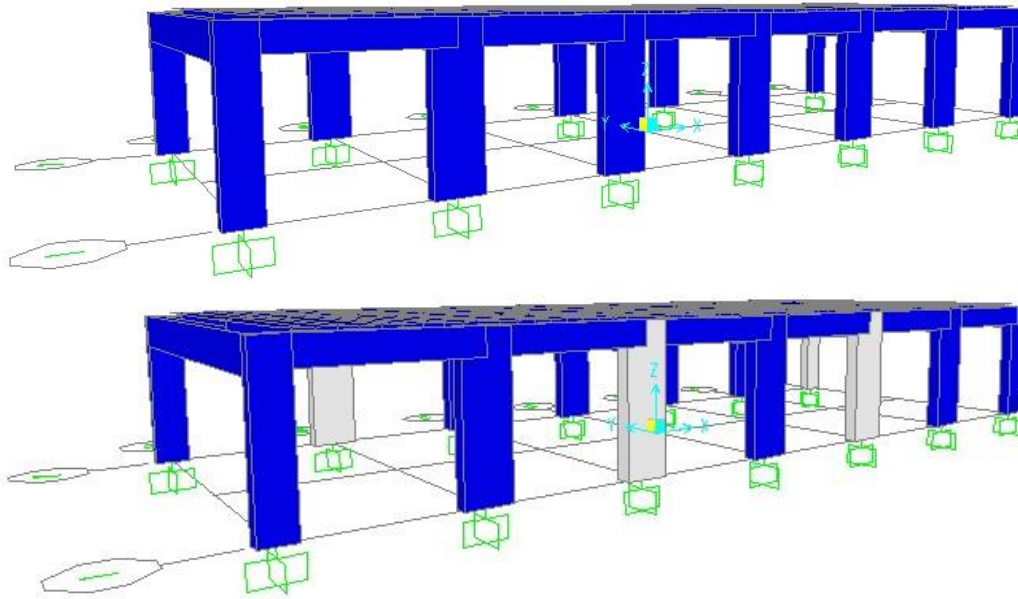


Aula 4-6:

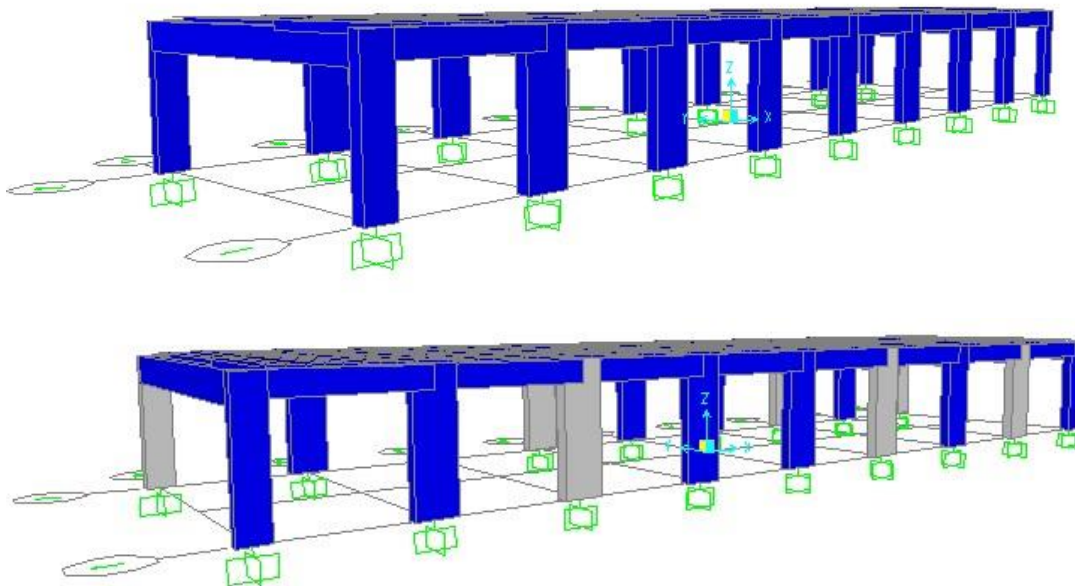


Nivel Secundario:

Aula 1-3:

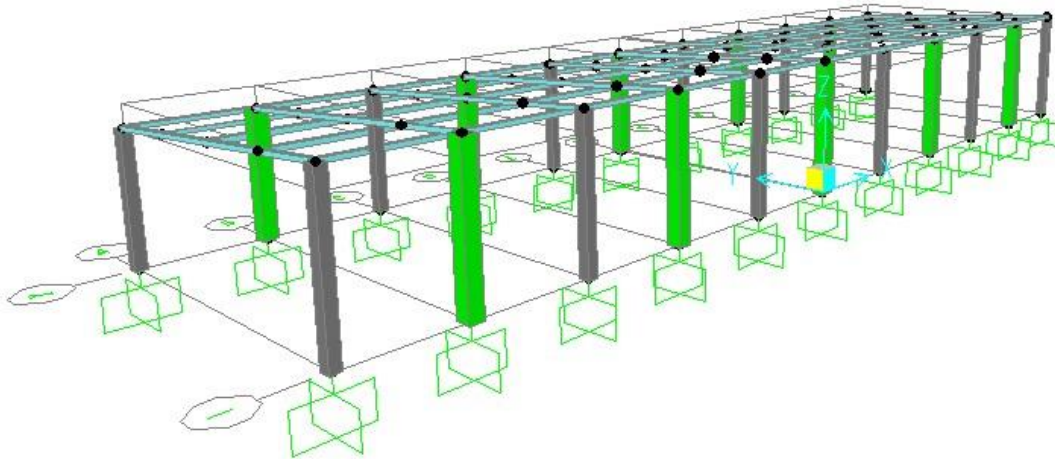


Aula 4-5:



Las Columnas de color blanco están dañadas, la resistencia de las columnas que eran de $f'_c = 175$, ahora cambio a un $f'_c = 156$. Después de eso se analiza.

e) Institución Educativa San Martín de Porras
Aula N° 1-5

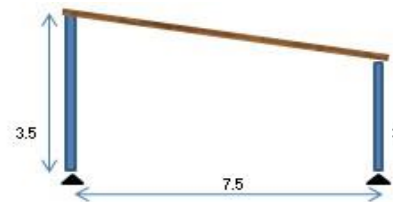


medidas del producto				
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (mm)	Peso (Kg)	Área (m ²)
1.1	1.83	5	19.7	1.77
1.1	2.44	5	26.3	2.4
1.1	3.05	5	32.9	3.05



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m ³
f'c :	175	kg/cm ²
E :	198431.35	



Metrado de Cargas :

Tipo de Colm.	N° de veces	Dimensiones (m)		Area (m ²)	Volumen (m ³)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	6	0.25	0.25	0.0625	0.21875	3150
	6	0.25	0.25	0.0625	0.1875	2700
C2	5	0.35	0.35	0.1225	0.42875	5145
	5	0.35	0.35	0.1225	0.37	4410
						15405

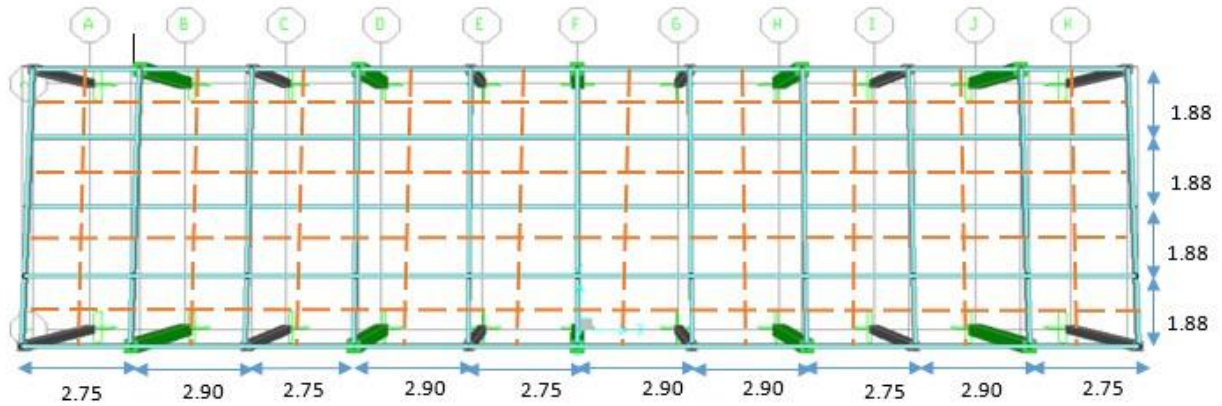
Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m ³
E :	1.3E+09	

Tipo de viga	N° de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m ³)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	5	0.1016	0.1016	28.25	0.292	1094
	11	0.1016	0.1016	7.5	0.077	638.7
						1732.25

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Vacio	Total (m2)
	28.25	7.5	0	211.88

Eternit	P (kg)	A (m2)	P/A
	26.3	2.4	10.96 kg/m2



Distribucion de cargas en las vigas por areas:

	L	A	Area	n° veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	1.38	0.94	1.29	4	14.13	8.40	5.73	56.50
Int.	2.83	1.88	5.30	24	58.04	34.89	23.16	1393.08
	2.90	1.88	5.44	3	59.59	36.19	23.40	178.76
Ext.	1.38	1.88	2.57813	6	28.25	11.95	16.30	169.51
	2.83	0.94	2.64844	16	29.02	21.79	7.23	464.36
	2.90	0.94	2.71875	2	29.79	22.51	7.28	59.59
								Total 2321.80

Carga distribuida por Viga de madera							
	Longitud		N° de veces		Peso		Total
Eje A, K	0.94	1.88	2	3	5.73	16.30	60.35
Eje B,C,D,E,F, H,I,J	0.94	1.88	2	3	7.23	23.16	83.93
Eje G	0.94	1.88	2	3	7.28	23.40	84.75
viga 1 y 5	1.38	2.83	2	8	8.40	21.79	213.64
	2.90		1		22.51		
Viga 2, 3, 4	1.38	2.83	2	8	11.95	34.89	339.20
	2.90		1		36.19		
							2321.80

Carga Muerta	
Peso de Eternit	2321.80
Peso de Vigas de Madera	1732.25
Peso de columnas	7702.50
	11756.55

METODO ESTATICO

NIVEL	PESO	ALTURA
1	11757	3

11.76

Z =	3	=	0.4
U =	A	=	1.5
S =	S3	=	1.4
		TP =	0.9

Ct =	Predomina porticos	35
------	--------------------	----

Irregularidad :	Regular
-----------------	---------

R para X=	Porticos	=	8	ZUCS/R :	0.263
R para Y=	Porticos	=	8	ZUCS/R :	0.263

hn =	3
T =	0.09

C =	2.50
Pe =	11.8 tn

$$T = hn/Ct$$

$$C = 2.5(Tp/T) ; C \leq 2.5$$

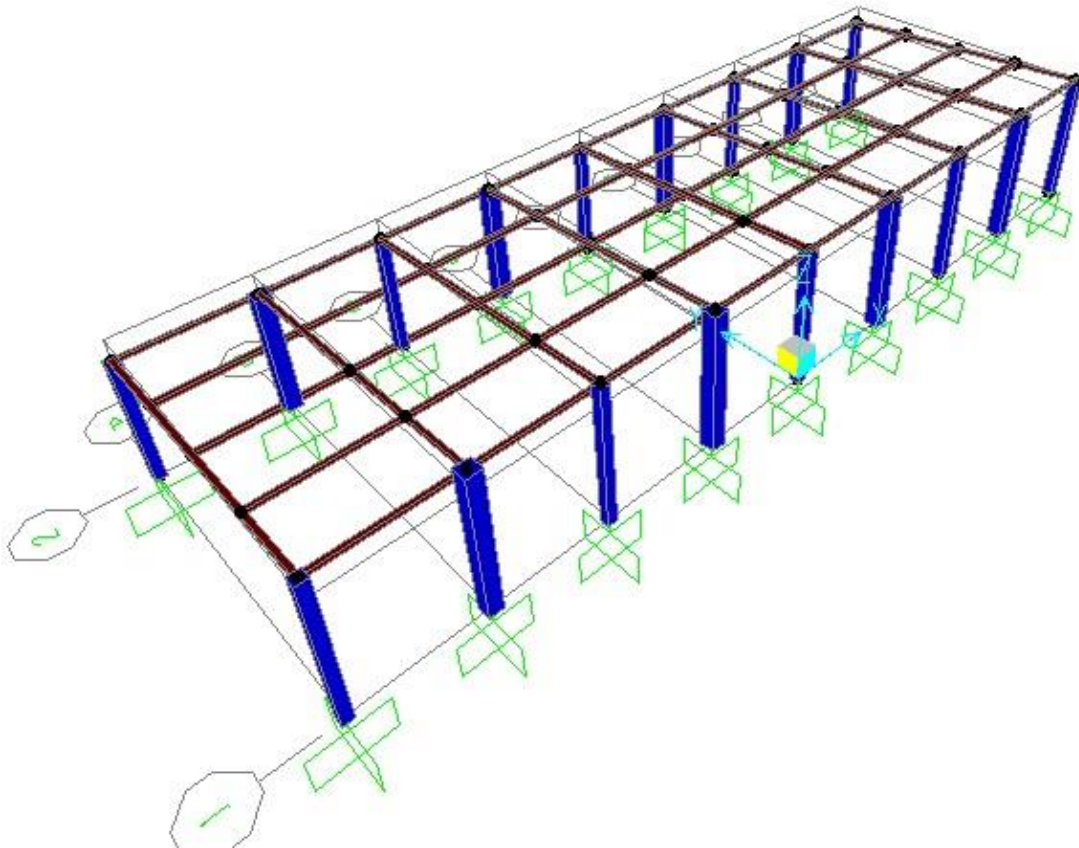
$$C/R = 0.313$$

$$C/R = 0.313$$

Para X-X	
V = ZUCS/RP	3.09 tn

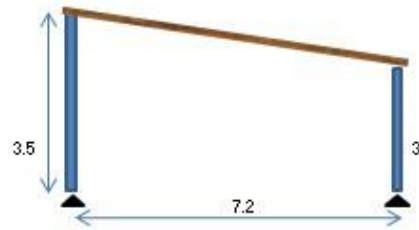
Para Y-Y	
V = ZUCS/RP	3.09 tn

Aula N°6-9



Datos concreto:

P. Esp :	2400	kg/m3
f'c :	175	kg/cm2
E :	198431.35	



Metrado de Cargas :

Columnas						
Tipo de Colm.	Nº de veces	Dimensiones (m)		Area (m2)	Volumen (m3)	Peso de Colm (kg)
		b	h			
C1	5	0.25	0.25	0.0625	0.21875	2625
	5	0.25	0.25	0.0625	0.1875	2250
C2	4	0.35	0.35	0.1225	0.42875	4116
	4	0.35	0.35	0.1225	0.37	3528
						12519

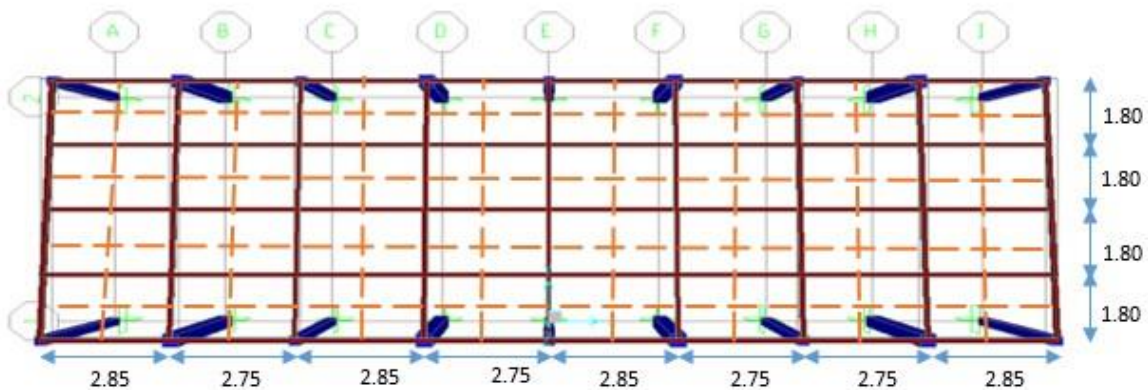
Datos Madera:

P. Esp :	750	kg/m3
E :	1.3E+09	

Viga						
Tipo de viga	Nº de veces	Dimensiones (m)			Volumen (m3)	Peso de Viga (kg)
		b	h	l		
V1	5	0.1016	0.1016	22.4	0.231	867
	9	0.1016	0.1016	7.2	0.074	501.7
						1368.77

Area Total del Techo	Largo (m)	Ancho (m)	Vacio	Total (m2)
	22.4	7.2	0	161.28

Eternit	P (kg)	A (m2)	P/A
	26.3	2.4	10.96 kg/m2



Distribucion de cargas en las vigas por areas:

	L	A	Area	n° veces	Peso (kg)	Peso		
Esq	1.43	0.90	1.28	4	14.05	8.61	5.44	56.22
Int.	2.80	1.80	5.04	18	55.23	33.62	21.61	994.14
	2.75	1.80	4.95	3	54.24	32.78	21.46	162.73
Ext.	1.43	1.80	2.565	6	28.11	12.42	15.69	168.65
	2.80	0.90	2.52	12	27.62	20.90	6.72	331.38
	2.75	0.90	2.475	2	27.12	20.43	6.69	54.24
Total								1767.36

Carga distribuida por Viga de madera							
	Longitud		N° de veces		Peso		Total
Eje A, I	0.90	1.80	2	3	5.44	15.69	57.95
Eje B,C,D,E,F, H	0.90	1.80	2	3	6.72	21.61	78.27
Eje G	0.90	1.80	2	3	6.69	21.46	77.75
viga 1 y 5	1.43	2.80	2	6	8.61	20.90	163.05
	2.75		1		20.43		
Viga 2, 3, 4	1.43	2.80	2	6	12.42	33.62	259.33
	2.75		1		32.78		
							1767.36

Carga Muerta	
Peso de Eternit	1767.36
Peso de Vigas de Madera	1368.77
Peso de columnas	6259.50
	9395.63

METODO ESTATICO		
NIVEL	PESO	ALTURA
1	9396	3

9

Z =	3	=	0.4
U =	A	=	1.5
S =	S3	=	1.4
		TP =	0.9

Ct =	Predomina porticos	35
------	--------------------	----

Irregularidad :	Regular
-----------------	---------

R para X=	Porticos	=	8	ZUCS/R :	0.263
R para Y=	Porticos	=	8	ZUCS/R :	0.263

hn =	3
T =	0.09

C =	2.50
Pe =	9

tn

$$T = hn/Ct$$

$$C = 2.5(Tp/T) ; C \leq 2.5$$

$$C/R = 0.313$$

Para X-X	
V = ZUCS/RP	2.47 tn

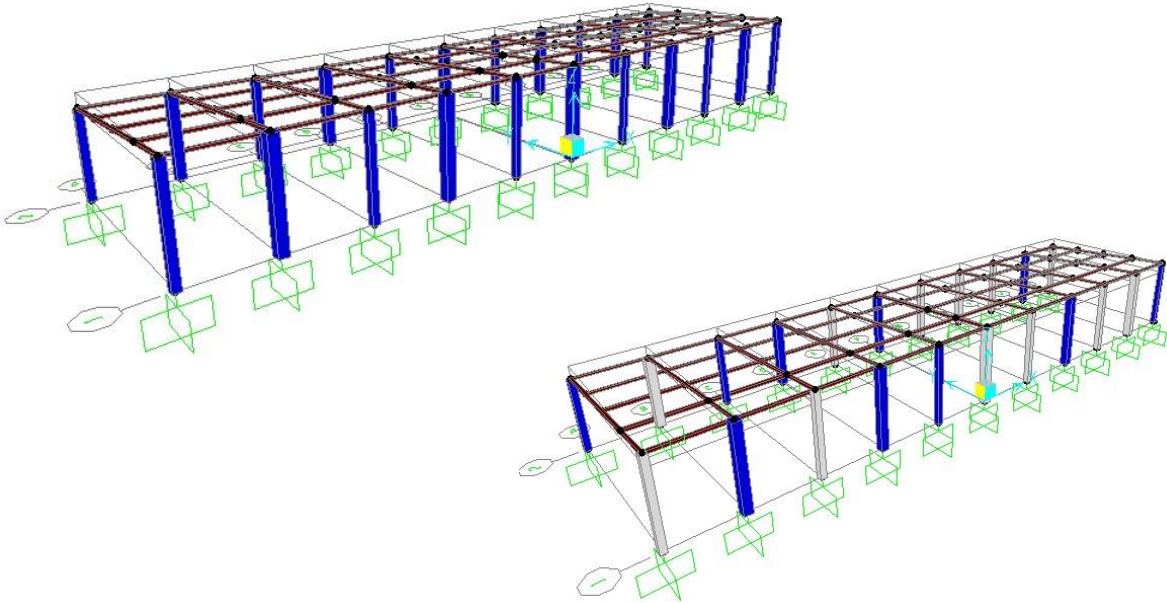
$$C/R = 0.313$$

Para Y-Y	
V = ZUCS/RP	2.47 tn

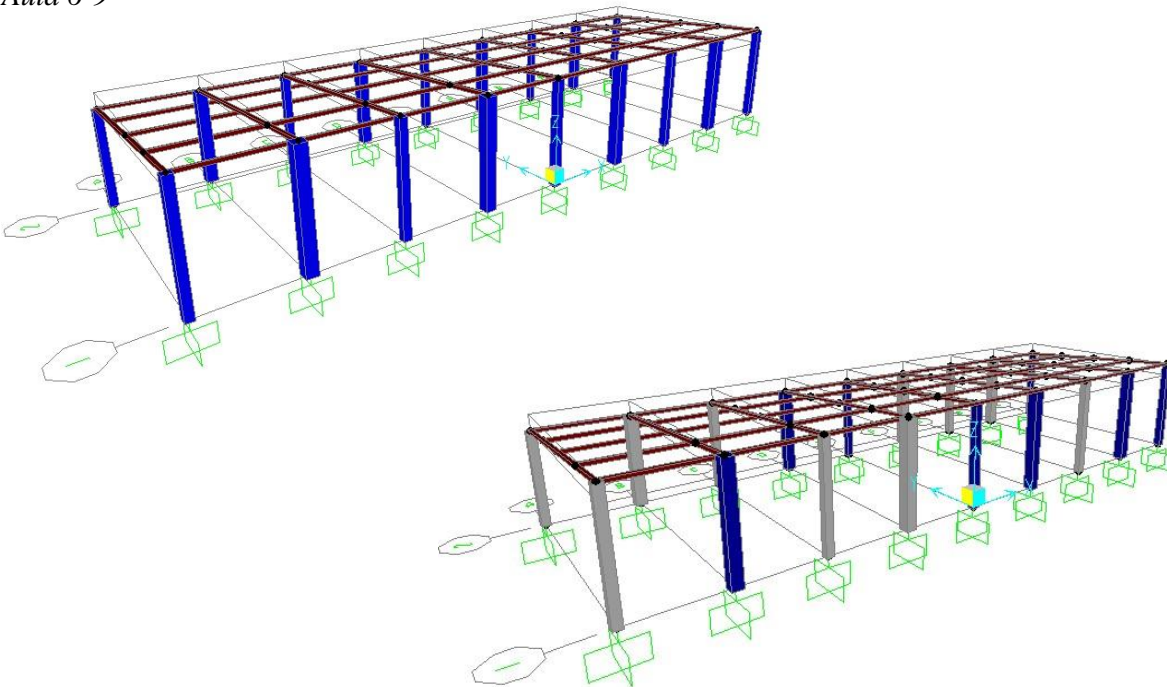
Evaluación de aulas de la Institución Educativa San Isidro:

Nivel Primario:

Aula 1-5:



Aula 6-9



Las Columnas de color blanco están dañadas, la resistencia de las columnas que eran de $f'_c = 175$, ahora cambio a un $f'_c = 152$. Después de eso se analiza.

5.4) Terapia a las Estructuras de Concreto Armado de las Instituciones Educativas de Pimentel.

5.4.1) Materiales de Protección Superficial.

Los materiales de protección superficial se aplican sobre estructuras de concreto para protegerlas o para mejorar su aspecto estético.

Muchas veces después de haber realizado una reparación es conveniente revestir la zona reparada por medio de una pintura o barniz de protección, o impregnarla superficialmente, con esto se logra dar a la estructura un aspecto estético uniforme y a la vez impermeabilizar, en mayor o menor grado, al concreto para impedir la entrada de agua, soluciones salinas, oxígeno y anhídrido carbónico.

Los materiales de protectores de recubrimiento pueden aplicarse tanto a obras de concreto recién terminadas como a las existentes, en el primer caso como medida preventiva o correctora. En cualquiera de los dos, la vida útil del concreto se incrementa de una forma muy notable.

Requisitos a cumplir por Materiales de Protección.

Los requisitos que deben cumplir los revestimientos de materiales superficiales de protección podemos resumirlos en los siguientes:

- Profundidad de Penetración. - Cuanto más penetre el material en el concreto más lo protegerá.
- Absorción de Agua. - El revestimiento debe impedir la entrada de agua al concreto.
- Permeabilidad al vapor de Agua. - Cuando el concreto posea humedad interna el material protector debe permitir que el concreto “respire” a fin de que expulse el vapor de agua existente en el e impida la creación de tensiones bajo la superficie del material aplicado.

- Penetración de iones cloro. - deben prevenir la entrada e iones cloro al interior del concreto a fin de evitar la corrosión de armaduras.

No todos los materiales de protección cumplen al máximo con todos estos requisitos, existiendo unos que poseen buena impermeabilidad frente al agua y productos que lleve en disolución pero que, por el contrario, dejan pasar los gases como oxígeno y anhídrido carbónico, o al revés. El material más idóneo será aquel que posea en el mayor grado posible las características anteriormente indicadas.

Tipos de Materiales de Protección Superficial.

Se pueden considerar cuatro tipos fundamentales de materiales superficiales de protección:

- a.) ***Pinturas y Sellantes.*** - las pinturas y barnices son productos impermeabilizantes de protección que forman una película continua sobre la superficie del concreto. Esta debe ser lisa y con poros de abertura inferior a 0.1 mm., lo que, a veces, obliga a tener que dar previamente a la aplicación de estas una capa de un material de preparación de superficies a base de un sellante o tapaporos que debe ser compatible con el concreto y la pintura o barniz que se va aplicar después.

Las pinturas y barnices actúan creando una barrera formada por una película continua y semiflexible, impermeable al agua, vapor o gases, adherida al concreto, que impide la salida de la humedad interna del concreto lo que puede ocasionar, en algunos casos, que las tensión de vapor en la interfase película-concreto de lugar al arrancamiento de la capa de pintura.

- b.) ***Hidrófugos e Impregnantes.***- los hidrófugos son productos que aplicados en la superficie del concreto forman una película muy fina que se adhiere a ella sin cerrar los poros. Los productos más conocidos por su aplicación en la impermeabilización de concreto son las siliconas orgánicas formadas por polímeros en cuya molécula entran átomos de silicio, oxígeno e hidrógeno y que se emplean diluidos en agua o disueltos en un disolvente orgánico que al evaporarse deposita el polímero en la superficie de los poros.

Los hidrófugos se pueden aplicar sobre superficies lisas o rugosas cerradas o porosas, en cualquier caso producen una repulsión del agua impidiendo que esta sea absorbida por el concreto en poros de hasta 3 mm de abertura.

Los silanos son productos caros y que presentan el inconveniente de la toxicidad de los compuestos volátiles que les acompañan. Se emplean para impregnar concreto nuevos.

Los siloxilanos son polímeros intermedios entre los silanos y las resinas de silicona obteniendo por polimerización de diferentes monómeros de silano. Debido al gran tamaño de su molécula su poder penetrante en el concreto es menor que el de los silanos y los mismos monómeros de silixilano.

c.) Obturadores de Poros. - Son productos que penetran en los poros y reaccionan con componentes existentes en el concreto. Los más frecuentes son los silicatos y los fluosilicatos que reaccionando con la cal liberada en la hidratación del cemento dan lugar a un gel de silicato cálcico o un fluosilicato de cal insoluble. Modernamente se emplea el vidrio líquido, es decir, fluosilicato de sodio y potasio que penetra por capilaridad al aplicarlo simplemente mediante pincel o rodillo sobre la superficie seca del concreto. El líquido se introduce hasta el fondo de las fisuras o poros abiertos reaccionando con la cal liberada y dando lugar a la formación de fluosilicato cálcico insoluble que cierra la fisura de dentro hacia afuera, restableciendo en gran parte las resistencias mecánicas del concreto.

d.) Revestimientos Gruesos.- este tipo de revestimiento se emplea como protección del concreto que ha de estar sometido a acciones no solo químicas intensas sino también mecánicas como ocurre en depósitos de concreto destinados a contener líquidos a presión ligeramente ácidos, productos químicos e incluso vapores agresivos, así como cuando hay abrasión mecánica como puede ser el roce de material granular o pulverulento sobre el concreto.

5.4.2) Reparación de estructura dañada por Fisuras:

a) Inyección de resinas epoxi:

Mediante la inyección de resinas epoxi se pueden adherir fisuras de muy poca abertura, hasta 0,05 mm. La técnica generalmente consiste en establecer bocas de entrada y venteo a intervalos

poco espaciados a lo largo de las fisuras, sellar la fisura en las superficies expuestas e inyectar la resina epoxi a presión.

La inyección de resinas epoxi se ha usado exitosamente para reparar fisuras en edificios, puentes, presas y otros tipos de estructuras de concreto armado. Sin embargo, a menos que se haya corregido la causa que originó la fisuración, es probable que vuelva a aparecer una fisura cerca de la fisura original. Si no se puede eliminar la causa de la fisuración hay dos opciones disponibles. Una consiste en perfilar y sellar la fisura, tratándola como una junta, o establecer una junta que acomode el movimiento y luego inyectar la fisura con una resina epoxi u otro material adecuado.

La inyección de resinas epoxi requiere un alto grado de capacitación, y la aplicación de la técnica puede estar limitada por la temperatura ambiente. Los siguientes son los procedimientos generales involucrados en la inyección de resinas epoxi:

- ***Limpiar las fisuras.***

El primer paso consiste en limpiar las fisuras que se hayan contaminado, tanto como sea posible. Los contaminantes tales como el aceite, la grasa, el polvo o las partículas finas del concreto impiden la penetración y adherencia de la resina epoxi, y reducen la efectividad de las reparaciones.

Preferentemente la contaminación se debería eliminar por aspiración o lavado con agua u otras soluciones de limpieza.

- ***Sellar las superficies.***

Las fisuras superficiales se deben sellar para evitar que el material epoxídico salga antes de gelificarse. Si no se puede acceder a la cara donde está la fisura, pero hay material detrás de la misma. Por lo tanto, es necesario actuar con extremo cuidado al inyectar fisuras que no son visibles en todas las superficies. Una superficie se puede sellar aplicando un material epoxídico, poliéster u otro material sellador adecuado sobre la superficie de las fisuras y permitiendo que endurezca. Si no se desea que la superficie a lo largo de la fisura tenga aspecto brillante y si no se requiere inyección a alta presión, se puede aplicar un sellador superficial plástico removible sobre la cara de la fisura. Una vez completado el trabajo el sellador superficial se puede retirar y la superficie no quedará brillante. Si la apariencia de la superficie acabada es importante también se pueden emplear selladores cementicios.

- **Instalar las bocas de entrada y venteo.**

Hay tres métodos de uso generalizado:

a. **Accesorios insertados en orificios perforados.** Este método fue el primero en utilizarse, y con frecuencia se usa previo perfilado de las fisuras en forma de V. El método consiste en perforar un orificio en la fisura, de aproximadamente 20 mm de diámetro y entre 13 a 25 mm debajo del vértice de la acanaladura en V.

Dentro de este orificio se coloca un accesorio, por ejemplo una boquilla para tubería o vástago de válvula, generalmente adherido con un adhesivo epoxi. Los equipos de mandril y broca al vacío o las barrenas tubulares enfriadas por agua son útiles para impedir que las fisuras se obturen con el polvo generado por la perforación.

b. **Accesorios adheridos a ras.**

Un método generalmente utilizado cuando las fisuras no se perfilan en forma de V, para obtener una boca de entrada, consiste en adherir un accesorio a ras con la cara de concreto sobre la fisura. El accesorio a ras tiene una abertura en su parte superior para permitir el ingreso del adhesivo y un ala en la parte inferior adherida al concreto.

- **Mezclar la resina epoxi.**

Esto se hace por pastones o por métodos continuos. En el mezclado por pastones, los componentes adhesivos se mezclan previamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante, generalmente usando un agitador mecánico tal como una paleta mezcladora. Se debe cuidar de mezclar sólo la cantidad de adhesivo que se pueda usar antes que el material comience a gelificarse. Cuando el material adhesivo comienza a gelificarse, comienzan a cambiar sus características de flujo, lo que dificulta cada vez más la inyección a presión. En el sistema de mezclado continuo, dos componentes adhesivos líquidos pasan a través de las bombas de dosificación antes de pasar a través de un cabezal mezclador automático. El sistema de mezclado continuo permite usar adhesivos de fraguado rápido que poseen una vida útil corta.

- **Inyectar la resina epoxi.**

Se pueden utilizar bombas hidráulicas, tanques de presión o pistolas neumáticas. La presión de inyección a utilizar se debe seleccionar cuidadosamente. Con frecuencia una mayor presión no mejora mucho la velocidad de inyección. De hecho, el uso de una presión demasiado elevada puede propagar las fisuras existentes, provocando daños adicionales.

Si la fisura es **vertical** o **inclinada**, el proceso de inyección debería comenzar bombeando resina epoxi en la boca de entrada ubicada a menor altura hasta que el nivel de resina llegue a la boca de entrada inmediatamente superior. Luego la boca de entrada inferior se obtura y el proceso se repite hasta llenar completamente la fisura y obturar todas las bocas.

Si la fisura es **horizontal**, la inyección debería proceder de la misma manera desde un extremo de la fisura hasta el otro. La fisura está llena cuando la presión se puede mantener. Si la presión no se puede mantener, esto significa que la resina epoxi aún está fluyendo hacia partes de la fisura que aún están vacías o que hay fugas.

- **Retirar el sellado superficial.**

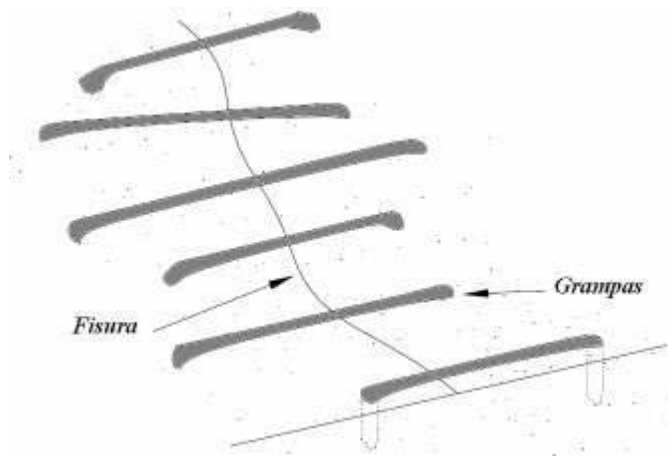
Una vez que se ha curado la resina epoxi inyectada, el sellado superficial se debería retirar por trituración u otros medios, según resulte adecuado.

b) Perfilado y sellado de fisuras:

Recomienda su uso, cuando la fisura no representa un daño estructural a la edificación; consistiendo básicamente en agrandar el tamaño actual de la fisura a lo largo de su cara expuesta, para luego llenarla aplicando un sellador, el cual podrá ser de diferentes materiales como resinas epoxi, siliconas, uretanos, poli sulfuros, materiales asfálticos o morteros de polímeros; evitando la utilización de morteros cementicos, debido a su alto potencial de fisuración.

c) Costura de las fisuras:

Mediante la perforación a ambos lados transversales de la fisura, se introducen grapas o barras metálicas en forma de U con patas cortas, las que se aseguran con mortero. El inconveniente principal radica en que se produce incremento excesivo en la rigidez del área fisurada, ocasionando regularmente fisuras en otras partes de la estructura debido a la restricción que se genera; por lo que se recomienda reforzar las secciones adyacentes.



d) Instalación de una armadura adicional:

Esta puede ser mediante la introducción de armadura convencional a través de la fisura a modo que esta quede transversalmente a la fisura, teniendo en cuenta que se deberá de tener una longitud de desarrollo adecuada y respetando las disposiciones del diseñador; o bien mediante una armadura de acero de pretensado que genere una compresión en el área fisurada.

e) Llenado por gravedad;

El cual se puede utilizar para fisuras que varían entre 0.03 a 2 mm, empleando para el efecto resinas de baja viscosidad, las que tienen la propiedad de llenar fisuras muy finas. La superficie debe estar limpia y con el menor porcentaje de humedad posible, posteriormente se podrá verter la resina a manera que penetre lentamente, moviéndola con un rodillo de goma, hacia adelante y hacia atrás, para que logre penetrar adecuadamente.

f) Llenado con mortero:

Este procedimiento puede ser con un mortero a base de cemento portland o mediante un mortero químico; cuando se utiliza el primero, este puede ser preparado con una mezcla aguacemento o con agua-cemento-arena, dependiendo de la profundidad y el ancho de la fisura, siempre manteniendo la relación agua-cemento lo menor posible para lograr mayor resistencia y evitar la retracción por secado; al llenar la fisura con el mortero, se deberá mantener presionada el área hasta su secado. En caso que se tenga nivel alto de humedad y no se pueda reducir a un

nivel adecuado para la utilización de mortero a base de cemento portland, se recomienda el uso de mortero químico, el cual es una solución de dos o más productos químicos.

g) Reparación utilizando Fibras de Vidrio

Las fibras de vidrio, desarrolladas en la forma de tejidos de distintos tamaños, permiten que, uniendo la alta resistencia a la tracción de este material y la posibilidad de adaptarse a distintas formas arquitectónicas junto al desarrollo de resinas epoxicas como puente de adherencia y elemento de terminación y protección, se puedan resolver numerosos problemas de danos con increíble facilidad y eficiencia.

Reparación de Columnas

El uso de compuestos híbridos de gran resistencia de fibra/epoxica en columnas de edificios, está diseñado para aumentar la resistencia y ductilidad a estos elementos existentes. La determinación de la cantidad de refuerzo a utilizar dependerá de las condiciones existentes donde se requerirán diferentes grados de confinamiento. Estas técnicas no son incompatibles con el uso conjunto de técnicas de postensado. También se utiliza esta técnica en columnas dañadas por grietas de origen mecánico o corrosión, complementándose con inyecciones epoxicas. La inmensa ventaja de esta técnica, es que permite, en la mayoría de los casos, preservar la forma arquitectónica de la columna sin afectar significativamente las formas y dimensiones originales. También en los casos en que la estructura esta en servicio, se puede proceder a reparar sin necesidad de paralizar el funcionamiento del edificio, ocupando mínimo espacio. Todo este proceso, además, no modifica la rigidez de las columnas, de forma que no se altera la distribución de las fuerzas sísmicas de diseño.

4.3) Reparación de Estructuras Dañadas por Corrosión

Debido a los daños que ocurren en las estructuras de concreto armado a causa de la corrosión y la pérdida económica que este fenómeno químico genera, se han realizado investigaciones durante varios años que nos han dado como resultado algunas soluciones para evitar que la corrosión sea un mal para el ámbito de la construcción y así lograr que las estructuras de concreto

armado sean confiables, duraderas y logren un mayor tiempo de durabilidad y una resistencia que no disminuya a causa de este fenómeno.

a) Reparación de estructuras de concreto armado deterioradas por la corrosión

Una vez que se ha detectado mediante análisis o a simple vista que una estructura de Concreto armado a sufrido un daño a causa de la corrosión, inmediatamente se debería reparar la estructura para así evitar que la corrosión aumente el daño producido y por ende un daño irreparable en la estructura, para esto existen algunos métodos:

- *Eliminación del Concreto deteriorado:* si se observa que existen síntomas de corrosión como mancha de óxidos o fisuraciones en el acero de la estructura, se debe eliminar todo el Concreto de esas zonas.
- *Sellado de fisuras:* Si existen, se debe proceder a inyectarlas con una resina epoxi de baja viscosidad.
- *Restauración de la capacidad resistente de las armaduras:* si las pérdidas de sección que existen en el acero son menores al 15% no es necesario restaurar la capacidad nominal del acero ya que con ese porcentaje no existen problemas estructurales, pero si las pérdidas pasan el 15% se deberá recalcular la estructura o restaurar la capacidad inicial del acero.
- *Colocación de un nuevo material de reparación:* pueden ser con materiales de base orgánica, materiales de base inorgánica o materiales de base mixta
- *Aplicación de un tratamiento superficial:* pueden ser pinturas y sellantes, hidrófugos o impregnantes, obturadores de poros.

b) Inhibidores de corrosión

Los aditivos inhibidores de la corrosión son sustancias químicas que, añadidas al agua de amasado, mantienen pasivo al acero de las armaduras en presencia de los factores agresivos, por lo que pueden resultar eficaces para prevenir el efecto de la carbonatación o de los iones cloruro en las estructuras de Concreto armado, la acción de los inhibidores no es definitiva, simplemente retrasan el proceso de corrosión.

La aplicación de inhibidores en la protección de estructuras ya construidas se lleva a cabo directamente sobre la superficie del Concreto. El compuesto orgánico migra a través de la estructura porosa endurecida del Concreto llegando a la armadura por fenómenos de acción capilar, difusión de vapor y atracción iónica. Una vez ha alcanzado la armadura, forma una capa debido a un triple efecto: la separación en iones de las sales, reacción y enlace con la superficie del metal y, por último, fijación de la capa por adsorción física. Como consecuencia, se produce una drástica reducción de la corrosión al producirse un cambio de potencial en las áreas anódicas y catódicas, por formación de una capa hidrofóbica que impide la penetración de iones cloruro y desplazando los que puedan estar presentes en la superficie del acero. En estructuras de nueva construcción, la aplicación de este sistema se lleva a cabo mediante la adición de inhibidores directamente durante el amasado del Concreto.

5.5) Aditivos SIKA a utilizar para la reparación de las estructuras de concreto dañadas.

5.5.1) SikaTop® Armatec® -108

Es un recubrimiento protector, cementicio, modificado con resina acrílica, de dos componentes, con inhibidor de corrosión que impide la oxidación del acero de refuerzo.

Uso:

Para la protección anticorrosiva del acero de refuerzo del concreto.

Como mejorador de adherencia entre el acero de refuerzo y el mortero o concreto, bien sea en la construcción o en la reparación de una estructura.

Especialmente indicado para la protección del acero de refuerzo en estructuras expuestas a ambientes agresivos.

Características:

Es impermeable y previene la corrosión del acero de refuerzo.

Protege el acero nuevo.

Prevía limpieza protege el acero atacado por la corrosión.

Mejora notablemente la adherencia del acero de refuerzo (liso o corrugado) con el concreto.

Listo para usar, basta mezclar sus componentes.

Fácil de aplicar.

Color:

Verde

Empaque:

Juego x 4 kg

5.5.2) Sikadur®-32 Gel

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

Uso:

Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.

Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibramento, madera.

Adhesivo entre concreto y mortero.

En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

Características

Fácil de aplicar

Libre de solventes

No es afectado por la humedad

Altamente efectivo, aun en superficies húmedas

Trabajable a bajas temperaturas

Alta resistencia a la tracción

Color

Gris (mezcla A+B),

Empaque:

Juego de 1 kg.

Juego de 5 kg.



5.5.3) Colma® Fix-32

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas, libre de solventes.

Uso:

Es un adhesivo para la unión de concreto o mortero fresco con concreto o mortero endurecido, piedra, acero, fierro, asbesto - cemento y madera.

Características:

Excelente adherencia aún en superficies húmedas.

Elevadas resistencias mecánicas.

Tiempo de aplicación prolongado.

Color:

Gris.

Empaque:

Juego de 5 kg.

5.5.4) Sikadur®-43

Sikadur 43 es un producto de tres componentes elaborado a base de resina epoxi modificada, endurecedor y cargas inertes. No contiene solventes. Se elabora utilizando los componentes A y B de Sikadur 52 y Sikadur 500 como parte C.

Uso:

Sikadur 43 se utiliza como mortero de reparación en superficies de concreto, mortero, piedra, acero, mármol entre otros.

Como mortero de reparación en aristas deterioradas, borde de juntas y cangrejas.

Reparación de carpetas de rodado, pisos industriales entre otros.

Características:

Excelente adherencia, incluso en superficies húmedas.

Elevadas resistencias mecánicas.

Elevado coeficiente de roce.

Excelente resistencia al desgaste e impacto.

No contiene solventes volátiles.

Color:

Marrón.

Empaque:

Sikadur 52: juegos (A+B) de 1 kg.

Sikadur 500: sacos de 8 kg.

5.5.5) Sikadur® 31 HMG

Es un material tixotrópico de dos componentes a base resinas epóxicas y cargas inactivas, exento de solventes. Sikadur 31 HI-MOD-GEL cumple la norma ASTM C-881: Standard Especificación for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.

Uso:

Unión de elementos de concreto, asbesto-cemento, acero, fierro, aluminio, mármol, piedra, madera, vidrio, cerámica, piezas de resinas poliéster o epóxicas.

Relleno rígido de juntas de poco espesor.

Anclaje de fierros, pernos, soportes, tirantes y maquinarias.

Reparación de aristas y caras del concreto a la vista.

Refuerzo de elementos de concreto mediante pegado de placas de acero.

Características:

Altas resistencias mecánicas, a la abrasión y al impacto.

Gracias a su consistencia permite compensar las tolerancias en las dimensiones de las piezas por unir, así como trabajar sobre superficies verticales o sobre la cabeza.

Buena adherencia incluso en superficies húmedas.

Resistencia química excepcional contra el agua, aceite, gasolina, soluciones salinas, ácidos y álcalis diluidos, así como contra las aguas residuales.

Sin efecto nocivo sobre los materiales que constituyen las piezas unidas.

No contiene componentes volátiles.

Fácil de dosificar (relación de sus componentes en volumen A : B = 1 : 1).

Color

Gris (mezcla A+B)

Empaque:

Juego de 1 kg.

Juego de 5 kg.



5.5.6) Sika® Imper Mur

Sika ImperMur es una resina de impregnación en base acuosa, de color blanco, lista para usarse sobre muros con problemas de humedad y salitre. Sika ImperMur previene también el crecimiento de musgos y hongos. Sika ImperMur es transparente después del secado.

Uso:

Sika ImperMur se aplica en los muros para prevenir la aparición de la humedad que proviene de los cimientos y provoca el desprendimientos de pinturas. Sika ImperMur se aplica sobre muros con diversas superficies tales como: yeso, ladrillo, piedra, laja, cemento, etc.

Sika ImperMur forma una barrera impermeable e incolora que detiene la formación de mohosidad y salitre debido a su baja viscosidad que le permite penetrar profundamente al interior del sustrato.

Característica

Baja viscosidad.

Resistente a los rayos UV.

Viene listo para ser aplicado.

Es transparente después de seco.

Fácil aplicación con brocha o rodillo.

Penetrar profundamente en el sustrato.

Se puede usar en exteriores e interiores.

Se puede aplicar una capa en superficies poco absorbentes.

Puede ser recubierto por pintura, enchapes, tarrajeos, papeles (colomurales).

Color:

Blanco lechoso.

Empaque:

Envase x 1 Litro.



5.5.7) Sikadur®-52

Es un sistema de dos componentes, a base de resina epóxica modificada, exento de solventes y de excelente fluidez. Se utiliza para inyecciones de grietas de concreto y también como base para confeccionar el mortero Sikadur 43.

Uso:

En reparaciones estructurales con excelente adherencia al concreto, mortero, piedra, acero, fierro y madera.

En inyecciones de grietas inactivas, en represas, puentes, pavimentos, pilotes, elementos prefabricados, elementos pretensados, construcciones industriales y civiles en general, para recuperar las características monolíticas de una estructura agrietada.

Por su gran fluidez Sikadur 52 puede ser inyectado por gravedad o presión en fisuras sin movimiento.

Como base para la confección de los morteros epóxicos Sikadur 43.

Características:

Elevado poder de penetración en fisuras muy angostas.

Puede ser aplicado sobre superficies saturadas superficialmente secas sin problemas de adherencia.

No tiene retracciones durante su endurecimiento.

Excelente resistencia en pocas horas.

No contiene solventes.

Sistemas base para inyección de grietas y confección de morteros epóxicos.

Color:

Transparente amarillento.

Empaque:

Juego de 1 kg.

5.5..8) SikaFix® HH

SikaFix-HH es una resina líquida de poliuretano de dos componentes inyectable en grietas o fisuras de estructuras de hormigón. Cuando SikaFix-HH toma contacto con el agua reacciona con ella y forma una barrera de espuma de celda cerrada que no permite el paso al agua.

SikaFix®-HH aumenta entre 5 y 8 veces su volumen inicial, asegurando así la total estanqueidad de la fisura.

Uso:

SikaFix-HH está destinado al sellado permanente de filtraciones de agua a través de:

Grietas o fisuras (verticales, horizontales o invertidas) en hormigón.

Juntas de hormigonado.

Impermeabilización de túneles y represas.

Estanques de aguas servidas, agua potable, acueductos, etc.

Colectores de alcantarillado, tuberías, etc.

Cajas de ascensores.

Subsuelos.

En todos aquellos casos en los que se puede trabajar únicamente en la cara sometida a presión negativa.

Características:

Fácil aplicación.

Hidrófobico (una vez que ha expandido mantiene su volumen). Necesita sólo una pequeña cantidad de agua para reaccionar.

Seguridad en su manejo.

Permanente flexibilidad del producto final.

Buena adherencia a superficies húmedas y secas.

Seguridad para el ambiente (el producto curado es inerte).

Alta expansión, sin confinamiento expande aproximadamente 8 veces su volumen.

Tiempo de reacción controlable (entre 40 y 120 segundos).

Apto para estar en contacto con agua potable.

Económico. (Evita costosas reparaciones o demoliciones).

Color:

Color ámbar.

Empaque:

Componente A+B por 22 kg

5.5.9) Sika® CNI

Sika CNI es un aditivo inhibidor de corrosión del acero de refuerzo del concreto, en base a nitrito de Calcio. Sika CNI contiene mínimo un 30% de nitrito de calcio en peso y está formulado, para cumplir la Norma ASTM C-494 Tipo C aditivos acelerantes.

Uso:

Sika CNI se recomienda para proteger el acero de refuerzo en concretos convencionales, así como para concretos pre-tensados o post-tensados que serán expuestos a cloruros de los entornos marinos o sales de deshielo.

Sika CNI extenderá la vida útil de las estructuras de manera efectiva por la inhibición de la corrosión, en áreas tales como parqueaderos, cubiertas, losas de puentes, estructuras marinas y muchas otras estructuras expuestas a ambientes muy agresivos.

Sika CNI también puede ser utilizado en elementos de concreto donde se añaden cloruros inicialmente a la mezcla de concreto, ej: arenas de playa o aditivos.

Sika CNI es un aditivo inhibidor de la corrosión que proporciona protección contra la corrosión en estructuras de concreto armado.

Limitaciones: Sika CNI no reducirá la penetración de cloruros o de otros agentes agresivos.

Características:

En la alta alcalinidad del concreto, en el acero se acumula una capa de pasivación natural. Esta capa protege al acero de la corrosión. Esta capa pasivadora de óxido de

hierro, sin embargo puede ser dañada por la presencia de cloruros y combinada con la presencia de la humedad y el oxígeno producirán la corrosión del acero.

Sika CNI ayudará a oxidar el acero para formar óxido de hierro, que resiste el ataque del cloruro. Esto reduce las zonas de iones ferrosos que son susceptibles al ataque de cloruros. El óxido ferroso crea un complejo de óxido de hierro (herrumbre), en caso de ataque por cloruros.

Sika CNI fortalece la capa del óxido férrico pasivante antes de la penetración de cloruros. Los iones nitrito del Sika CNI convertirá el óxido ferroso a óxido de hierro más resistente, protegiendo así el acero refuerzo de la corrosión.

Color:

Líquido verdoso.

Empaque:

Tambores de 210 L.

5.5.10) Sikadur®-30

Es un mortero adhesivo de 2 componentes a base de resinas epóxicas, exento de solventes y tixotrópico.

Uso:

Mortero epóxico utilizado para adherir las láminas Sika CarboDur en estructuras de: concreto, madera y metal.

Adhesivo para pegar refuerzos metálicos sobre concreto, madera y piedra.

Unión de elementos de concreto, acero, piedra, madera, epóxicos.

Anclajes en cualquier posición.

Corrección de pequeñas imperfecciones dimensionales en elementos de concreto.

Características:

Pot life extenso.

Altas resistencias mecánicas a la abrasión y al impacto.

Puede ser aplicado sobre superficies ligeramente húmedas.

Aplicable en superficies verticales y sobre cabeza.

No contiene componentes volátiles.

Elevadas resistencias mecánicas.

No sufre retracciones.

Fácil de mezclar y aplicar.

Color:

Comp. A: blanco

Comp. B: negro

Comp. A + B mezclado: gris claro

Empaque:

Juego de 5 kg.

5.5.11) Sikadur®-301

Sistema epóxico de dos componentes, 100% de contenido de sólidos, de alta resistencia y alto módulo, admite presencia de humedad.

Uso:

Como resina de impregnación de los tejidos SikaWrap, para refuerzo de estructuras.

Características:

Largo tiempo abierto después de mezclado.

Fácil de mezclar.

Admite presencia de humedad antes, durante y después de curado.

Adhesivo de alta resistencia y alto módulo.

Excelente adherencia a concreto, mampostería, metales, madera y a la mayoría de materiales de construcción.

Completamente compatible y desarrollado específicamente para el SikaWrap.

Resistencia a más altas temperaturas comparado con los epóxicos convencionales.

Alta resistencia a flujo plástico (creep) ante cargas permanentes.

Alta resistencia a abrasión e impacto.

Libre de solventes, cumple VOC.

Color:

Gris claro.

Empaque:

Juego de 4 kg.

5.5.12) Sika Rep® PE

Sika Rep PE es un mortero predosificado de alta calidad, de un componente listo para usar con solo agregar agua, tiene característica tixotrópicas que permite ser usado sobre cabeza sin escurrir, esta basado en aglomerantes cementicios, fibras sintéticas, micro sílice, aditivos especiales y agregados inertes de granulometría controlada

Uso:

Reparación estructural de elementos de concreto.

Reconstrucción de concreto en aplicaciones verticales, horizontales y cielo raso.

Reparación de vigas, losas, muros y pavimentos , estanques de agua potable, obras hidráulicas, túneles, puentes, canales y obras de concreto en general.

Características:

Fácil de aplicar con propiedades tixotrópicas y buena trabajabilidad incluso en aplicación sobre cabeza

Buena adherencia a concreto, acero, piedra, albañilería

Buena estabilidad dimensional

Modulo de Elasticidad y Coeficiente de Expansión térmica similar al concreto

Alta resistencia a compresión, flexión y tracción

Alta resistencia al desgaste

Rápida puesta en servicio

Color:

Polvo color gris./p>

Empaque:

Saco de 30 kg.



5.5.13) Sika FerroGard®-903

Sika FerroGard-903 es un recubrimiento inhibidor de la corrosión mediante impregnación para elementos existentes de concreto reforzado. Está diseñado para penetrar por difusión a través de los poros del concreto y migrar hasta las barras de acero de refuerzo. El producto, una vez que alcanza la superficie del acero, forma una capa protectora que inhibe la corrosión causada por la presencia de cloruros o por carbonatación del concreto.

Usos:

Recomendado para todo acero de refuerzo: precolado, presforzado o postensado, especialmente para protección de estructuras expuestas a ambientes agresivos:

Puentes y viaductos.

Fachadas, terrazas y balcones.

Estacionamientos.

Muelles, pilas y estructuras de atraque.

Tanques y estructuras de retención de agua potable y residual.

Canales y tuberías.

Silos, chimeneas y torres de enfriamiento.

Estructuras de concreto armado en general en ambiente marino.

Ventajas:

Sika FerroGard 903 ofrece a propietarios, especificadores e ingenieros una nueva tecnología en inhibición de corrosión que puede ser fácilmente aplicable a la superficie de concreto para extender la vida de servicio de cualquier tipo de estructura de concreto armado.

Aumenta la durabilidad del concreto armado.

Penetra inclusive en concretos de alta densidad.

Evita retirar el concreto contaminado.

Fácilmente aplicable mediante brocha o rodillo o equipo de aspersión.

No contamina el medio ambiente.

Base agua para sencilla aplicación y manejo.

No forma barrera de vapor y por lo tanto, permite la libre difusión de vapor.

No contiene nitrito de calcio.

Incrementa la efectividad de la estrategia de reparación cuando se aplica antes de recubrimientos de protección.

Su efectividad ha sido probada tanto en campo como en laboratorio (ASTM G109 / en trabes agrietadas).

Aprobado para estar en contacto con agua potable (ANSI/NSF 61).

Color:

Amarillo pálido

Empaque:

Cubeta de 18.9 litros

5.5.14) SikaTop® 123 Plus

El SikaTop® 123 Plus es un mortero de dos componentes, base cemento Portland modificado con polímeros, tixotrópico y de rápido endurecimiento. Es un mortero de reparación de alto desempeño para aplicación en superficies verticales y sobre cabeza, sin necesidad de uso de cimbra, que ofrece el beneficio adicional de incluir el inhibidor de corrosión FerroGard® 901.

Usos:

Como material de reparación estructural de elementos de concreto, especialmente aquellos expuestos a ambientes agresivos como edificios cercanos a la costa, plantas industriales, estacionamientos, rampas, plantas de tratamiento de agua, tanques, losas de piso, puentes, túneles, presas, etc.

Por su consistencia pastosa (tixotrópica), es especialmente apropiado para reparaciones de gran espesor, en superficies verticales y sobre cabeza, sin necesidad de utilizar cimbra.

Aprobado para reparaciones sobre sistemas de protección catódica.

Ventajas:

Desarrolla altas resistencias a edades tempranas.

Altas resistencias a compresión y flexión.

Alta resistencia y durabilidad a los ciclos de hielo/deshielo y a las sales de deshielo.

Compatible con el coeficiente de expansión térmica del concreto (cumple con la norma ASTM C-884 modificada).

Alta densidad y resistencia a la penetración del dióxido de carbono (carbonatación) sin afectar negativamente la transmisión de vapor de agua (no forma barrera de vapor).

Mejorado con FerroGard® 901, un inhibidor de corrosión penetrante que reduce la velocidad de corrosión del acero inclusive en el concreto adyacente.

No es inflamable ni tóxico.

Estado Físico:

Componente A: Líquido.

Componente B: Polvo.

Color:

Gris concreto, una vez mezclados los componentes A y B

5.6) Reparación a las Estructuras de Concreto Armado en las Instituciones Educativas de

Pimentel.

7.1) Para las *Instituciones Educativas Fermín Ávila Morón, Angelitos de Jesús y Manuel Gonzales Prada*, después de hacer el ensayo de diamantina, la cual nos dio por resultado 67, 63 y 110 kg/cm² respectivamente, en la actualidad la norma nos dice, el 80% de f'c es aceptable para poder repararse si es menor a ese porcentaje se demolerá la estructura y se hará una nueva.

Fermín Ávila Morón:

$$f'c_{\text{inicial}} = 175 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow f'c_{\text{min}} = 0.8 (f'c) \longrightarrow f'c_{\text{min}} = 140 \text{ kg/cm}^2$$

Después de 25 años, en la actualidad a la estructura se le hizo el ensayo de diamantina, la cual se sacó tres muestras y se ensayaron en el laboratorio la cual nos dio por resultado, 22, 58 y 76 kg/cm²; vemos que los dos últimos valores son cercanos entre si, en cambio el primer valor esta lejos de los otros dos, desechemos el valor primero y sacamos promedio de los valores cercanos, en este caso 58 y 76 kg/cm², la cual obtenemos **67 kg/cm²**

$$175 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow 100\%$$

$$67 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow X$$

$$X = \frac{67 \times 100}{175} = \frac{6700}{175} = 38,29\%$$

Angelitos de Jesús:

$$f'c_{\text{inicial}} = 175 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow f'c_{\text{min}} = 0.8 (f'c) \longrightarrow f'c_{\text{min}} = 140 \text{ kg/cm}^2$$

Después de 25 años, en la actualidad a la estructura se le hizo el ensayo de diamantina, la cual se sacó tres muestras y se ensayaron en el laboratorio la cual nos dio por resultado, 61, 55 y 72 kg/cm²; obtenidos los tres resultados se saca promedio y se obtiene **63 kg/cm²**

$$175 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow 100\%$$

$$63 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow X$$

$$X = \frac{63 \times 100}{175} = \frac{6300}{175} = 36\%$$

Manuel Gonzales Prada:

$$f'c_{\text{inicial}} = 175 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow f'c_{\text{min}} = 0.8 (f'c) \longrightarrow f'c_{\text{min}} = 140 \text{ kg/cm}^2$$

Después de 35 años, en la actualidad a la estructura se le hizo el ensayo de diamantina, la cual se saco tres muestras y se ensayaron en el laboratorio la cual nos dio por resultado, 105, 130 y 94 kg/cm²; obtenidos los tres resultados se saca promedio y se obtiene **110 kg/cm²**

$$175 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow 100\%$$

$$110 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow X$$

$$X = \frac{110 \times 100}{175} = \frac{11000}{175} = 62.8\%$$

Cuadro Resumen:

Institución Educativa	Valor Obtenido (%)	> 0.8 (f'c)	< 0.8 (f'c)
		Reforzar Estructura	Demoler Estructura
<i>Fermín Ávila Morón</i>	38.29		√
<i>Angelitos de Jesús</i>	36		√
<i>Manuel Gonzales Prada</i>	62.8		√

Consideraciones previas al trabajo de demolición según la norma G-050.

- Se ejercerá una supervisión frecuente por parte del profesional responsable de la obra con experiencia, que garantice que se ha tomado las medidas de seguridad indicada.
- Cuando la demolición de una estructura pueda entrañar riesgos para los trabajadores o para el público: de conformidad con las leyes o reglamentos nacionales, se tomaran precauciones y se adoptan métodos y procedimientos apropiados, incluidos los necesarios para la evacuación de desechos y residuos.
- Después de realizar el estudio y tener en cuenta todos los factores pertinentes, se determina y documenta en un informe el método de demolición aplicable, identificando los problemas planteados y proponiendo soluciones adecuadas.
- Antes de proceder a la demolición de un edificio se comprueba que este vacío.

- Antes de iniciarse los trabajos de demolición se debe interrumpir el suministro de electricidad, agua, gas y vapor, y en caso necesario, obstruirse los conductos respectivos por medio de tapones o de otros dispositivos a la entrada o fuera de obra.

Por regla general el área de trabajo para demolición debe:

- Primero: analizar el método para la demolición en coordinación con la oficina técnica o el área de ingeniería.
- Segundo: instalación provisional de barandas, barandas intermedias, rodapiés, parrillas, tablones, redes de seguridad, y acceso de tránsito seguro desde áreas de trabajo protegidas hacia áreas de trabajos desprotegidas.
- Tercero: el proyecto debe mantener un plano de identificación del progreso diario de la demolición en elementos. Sobre los planos, el supervisor del contrato debe marcar las áreas de riesgo y los bloques respectivos para cada una de ellas en coordinación con el área de seguridad.
- Se limitara las zonas de tránsito público, las zonas de descarga, señalizando, o si fuese necesario, cerrando los puntos de descarga y carguío de desmonte.
Los equipos de carguío y de eliminación circularan en un espacio suficientemente despejado y libre de circulación de vehículos ajenos al trabajo.
- Cuarto: el uso de explosivos en trabajos de demolición deberá cumplir con la normativa vigente.

Consideraciones durante el trabajo:

- Se ejercerá una supervisión frecuente por parte del profesional responsable de la obra con experiencia, que garantice que se ha tomado las medidas de seguridad indicadas.
- En la medida de lo posible, se colocara la señalización correspondiente alrededor de la zona peligrosa entorno a la construcción.
- Las operaciones de demolición serán efectuados únicamente por trabajadores calificados.
- Se procurara no derribar ninguna parte de la construcción que asegure la estabilidad de otras.
- Se interrumpirán los trabajos de demolición si las condiciones atmosféricas, por ejemplo en caso del fuerte viento, puede provocar el derrumbe de partes de construcción ya debilitadas.

- Antes de proceder a la demolición se entibara, arriostrara y/o afianzara de otro modo las partes mas expuestas de la construcción.
- No se dejara ninguna construcción en curso de demolición en un estado tal que pueda desplomarse a causa del viento o de las vibraciones.
- Cuando sea necesario con el objeto de impedir la formación de polvo, se regara con agua a intervalos convenientes las construcciones en curso de demolición.
- No se procederá a la demolición de pilares o muros de los cimientos que sustenten una construcción contigua o un terraplén sin antes haberlos apuntalados, entibado o afianzado (con tablas y estacas, encofrados u otros medios en el caso de los terraplenes).

Consideraciones para terminar el trabajo.

- La eliminación de los materiales provenientes de los niveles altos de la estructura demolida, se ejecutara atreves de canaletas cerradas que descarguen directamente sobre los camiones usados en la eliminación, o en recipientes especiales de almacenaje.
- Al terminar trabajos de demolición el responsable de la obra ordenara la limpieza general del área, se reacomodara la señalización, verificando que la zona esté libre de peligros.
- El responsable de la obra a cargo de los trabajos coordinara con el prevencionista en caso tuviera alguna duda sobre la seguridad del área.

7.3) Para la ***Institución Educativa San Martin y San Isidro***, su resistencia son 152 y 156 kg/cm² respectivamente y tiene una corrosión baja, se hará un tratamiento con los aditivos SIKA mencionados anteriormente, siguiendo tres tratamientos los cuales mencionaremos:

Tratamiento A:

Se encuentran aquellas zonas de nuestra estructura que a pesar de tener un estado de carbonatación, aún no se han presentado síntomas externos, como fisuras, manchas de óxido o pérdidas de sección de concreto o de acero, y en el que haremos lo siguiente:

1.- Deberá de limpiarse el elemento de concreto dejando una superficie limpia, seca, libre de polvo, exenta de grasas, pinturas, eflorescencias, y demás contaminantes que puedan interferir con la penetración del producto de impregnación a utilizar.

2.- se procederá aplicar un aditivo inhibidor de la corrosión tipo impregnación “**Sika Ferrogard – 903**” o similar, mediante rodillo, brocha o aspersor sobre la superficie del concreto; se recomienda aplicar 2 manos del producto con una separación de tiempo de al menos 1 hora entre ellas. El secado y penetración del producto se produce a las 24 horas, su penetración de trabajo efectiva se adquiere a los 28 días. Cabe indicar que el “**Sika Ferrogard – 903**” puede oscurecer levemente el soporte, por lo que se recomienda hacer una prueba previa para determinar el efecto estético sobre la fachada del edificio. Durante la aplicación del “**Sika Ferrogard – 903**” deben protegerse los elementos de ladrillo, aluminio, cobre, acero galvanizado, madera y vidrio, ya que pueden ser alterados en su contacto con el producto.

Tratamiento B:

Se encuentran aquellos elementos que presentan fisuras estabilizadas y que no presentan signos claros de oxidación proveniente del interior del elemento de concreto armado, y en el que haremos lo siguiente:

1.- Se debe preparar la fisura para dejarla saneada, limpia de grasa, pintura o tratamientos superficiales antiguos; para lo cual puede ser necesario el lijado o repicado de dicha fisura, en todo caso debe limpiarse la fisura para eliminar el polvo mediante un compresor de aire.

2.- Se procederá a inyectar la fisura con una resina de inyección de baja viscosidad tipo “**Sikadur 52**” o similar, para lo cual se dispondrán inyectores a una separación de 25 cm sobre la fisura, luego se obturará la fisura entre tramos de inyectores con un mortero de reparación tixotrópico tipo “**Sikadur 31**” o similar para evitar la pérdida de resina durante la inyección. La inyección debe realizarse con una bomba manual (no mecánica) para evitar un posible daño en los planos de la fisura. Las fisuras verticales deben ser inyectadas de abajo hacia arriba; tan pronto como la resina inyectada por un inyector resuma por el siguiente debe sellarse el anterior y continuar el proceso de inyección desde el siguiente. Después de completar el proceso de inyección, los inyectores y el material de sellado se pueden eliminar.

3.- Cabe indicar que el máximo ancho de fisura que pueden ser inyectadas por este método es de 5 mm. Luego de esta reparación aplicaremos a estas zonas el Tratamiento A.

Tratamiento C:

Se encuentran aquellos elementos que presentan fisuración excesiva con pérdida de sección y/o desplazamiento del recubrimiento, y en el que haremos lo siguiente:

1.- Remover todo el concreto disgregado y deteriorado que presente desprendimientos o una microfisuración importante, dejando una superficie limpia, sana, exenta de grasas, lechada de cemento, partículas sueltas o mal adheridas; llegando a una base firme y descubriendo si es necesario las armaduras existentes que presenten alguna oxidación. Estas armaduras deberán descubrirse en una longitud tal que sobrepase en unos centímetros la zona de armadura sana a cada extremo de la oxidada.

2.- Se procederá luego al saneado con medios mecánicos de las armaduras que presentan oxidación, realizado manualmente con un cepillo de cerdas metálicas o en su defecto con chorro de arena. En el caso de que la pérdida de sección de las barras sea importante, se deberá proceder a su sustitución por barras de igual sección y tipo de acero.

3.- Se procederá a dar un revestimiento anticorrosivo a las armaduras del tipo “**Sikatop Armatec 110**” o similar, en dos capas de 1 mm. Dejando entre aplicaciones mínimo 3 horas.

4.- Una vez terminado el proceso de pasivación de las armaduras (luego de 3 horas de secado de la segunda capa), se aplicará un mortero tixotrópico de reparación tipo “**Sikatop 123 Plus**” en capas sucesivas no menores a 5 mm. y no mayores a 35 mm. de espesor, hasta lograr la regeneración total del elemento. Luego de esta reparación aplicaremos a estas zonas el Tratamiento A.

RECOMENDACIONES

- ✓ Informar a cada institución educativa los resultados obtenidos, para que tomen las medidas preventivas en caso de sismo.
- ✓ Tener buen procedimiento constructivo para la terapia de cada estructura dañada.
- ✓ En los colegios que se van a demoler, cercar con cinta de seguridad, para no tener riesgos mayores.
- ✓ Dar charlas de seguridad salud y bienestar en las obras de construcción, para que los niños de cada colegio tengan conocimientos y respeten la señalización en obra.
- ✓ Se recomienda que, a la hora de demoler la estructura de los tres colegios, el especialista en demoler, debe de tener los elementos de protección personal (casco, botas, lentes, guantes entre otros según sea necesario) para evitar cualquier accidente.
- ✓ Para el uso de aditivo deberá leer la ficha técnica adjunta, para tener un buen proceso constructivo.

CONCLUSIONES

- ✓ En las instituciones educativas Fermin Avila Moron ($f'c = 67 \text{ kg/cm}^2$), Angelitos de Jesús ($f'c = 63 \text{ kg/cm}^2$), Manuel Gonzales Prada ($f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$), los resultados del ensayo de diamantina no cumplieron con el $f'c$ mínimo ($f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$), lo cual amerita que dicha estructura sea demolida y se haga una nueva.
- ✓ En las instituciones Educativas San Isidro ($f'c = 156 \text{ kg/cm}^2$) y San Martin de Porras ($f'c = 152 \text{ kg/cm}^2$), los resultados cumplieron con el $f'c$ mínimo ($f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$), por lo tanto, se hará un tratamiento para a corrosión con materiales epoxicos e inhibidor de corrosión.
- ✓ Después del estudio de patologías en cada una de las instituciones educativas, se vio que hay diferentes factores la cual pueden perjudicar al concreto en su durabilidad y resistencia, por eso es necesario hacer ensayos de durabilidad y resistencia en colegios antiguos, para estar precavidos frente a un sismo, y no tener daños mayores.
- ✓ En las Instituciones Educativas Angelitos de Jesús y Fermín Ávila Morón, se hará una demolición total, para eso se ha hecho un expediente técnico para cada Institución Educativa.
- ✓ En la Institución Educativa Manuel Gonzales Prada, se hará una demolición Parcial (solo aulas), para eso se ha hecho un expediente técnico de dicha Institución Educativa.
- ✓ En el colegio Fermín Ávila Morón se elaboró un expediente técnico, el nombre del proyecto es; “Sustitución y Construcción de la Infraestructura Educativa Publica Fermín Ávila Morón, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo-Lambayeque”. Para que se lleve a cabo el proyecto salió un presupuesto de $s/786123.14$ (SETECIENTOS OCHENTISEIS MIL CIENTO VEINTITRES Y 14/100 NUEVOS SOLES).

- ✓ En el colegio Angelitos de Jesús se elaboró un expediente técnico, el nombre del proyecto es; “Sustitución y Construcción de la Infraestructura Educativa Publica N°070 Angelitos de Jesús, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo-Lambayeque”. Para que se lleve a cabo el proyecto salió un presupuesto de s/ 534,865.23 (QUINIENTOS TRENTICUATRO MIL OCHOCIENTOS SESENTICINCO Y 23/100 NUEVOS SOLES).

- ✓ En el colegio Manuel Gonzales Prada se elaboró un expediente técnico, el nombre del proyecto es; “Sustitución y Construcción de la Infraestructura Educativa Publica Manuel Gonzales Prada, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo-Lambayeque”. Para que se lleve a cabo el proyecto salió un presupuesto de s/ 1,510,359.31 (UN MILLON QUINIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS CINCUENTINUEVE Y 31/100 NUEVOS SOLES).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Manuel Fernández Cánovas, *Patología y terapéutica del hormigón armado* (puerto de arlaban – Madrid), 3^{era} ed.1994
- ✓ *Reglamento Nacional de Edificaciones* (grupo universitario S.A.C.),ed. 2014.
- ✓ Karem Stuardo Perez, *Metodología de evaluación estructural de elementos de hormigón armado existente*. tesis universidad católica la santísima concepción. 2008
- ✓ José Gonzales Fernández, *Teoría y Práctica de la lucha contra la corrosión* (Grafimad S.A – España), ed. 1984.
- ✓ *Reglamento Nacional de Edificaciones* (grupo universitario S.A.C.), ed. 1980.
- ✓ José Calavera, *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado*. (Instituto técnico de los materiales y construcciones – España), ed. 2005.
- ✓ Ariel Espeche, *Refuerzo de pilares con encamisado de hormigón solicitados a axial centrado*. (universidad politécnica de Madrid) ed. 2007
- ✓ Alfonso del Rio Bueno, *Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación*.
- ✓ "Resistividad." Wikipedia, La enciclopedia libre. 21 nov 2014, 11:37 UTC. 1 dic 2014, 06:54
<<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistividad&oldid=78269875>>.
- ✓ "Carbonatación." Wikipedia, La enciclopedia libre. 2 abr 2013, 19:51 UTC. 1 dic 2014, 06:57
<<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Carbonataci%C3%B3n&oldid=65899609>>.
- ✓ "Patología de la edificación/Estructuras de hormigón/Lesiones/Corrosión de armaduras." Wikilibros, . 14 may 2007, 01:36 UTC. 15 nov 2014, 06:59
<http://es.wikibooks.org/w/index.php?title=Patolog%C3%ADa_de_la_edificaci%C3%B3n/Estructuras_de_hormig%C3%B3n/Lesiones/Corrosi%C3%B3n_de_armaduras&oldid=74426>.

ANEXOS