



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la
I.E. Niño Jesús de Praga distrito de SMP 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Marchena Córdova, Juan Francisco

ASESOR:

Mg. Feliz Delgado Ramírez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y seguridad en la construcción

LIMA – PERÚ

2017

Pagina del jurado

Mg. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga

Mg. Rodolfo, Marquina

Mg. Carlos Mario, Fernández Díaz

Dedicatoria

La concepción de la siguiente tesis está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. También dedico este proyecto a mi novia, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que, sin ellos, no hubiese podido ser.

Juan Francisco

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida y la fortaleza para siempre seguir adelante con mucho optimismo y vencer todos los obstáculos que se cruzan en mi camino.

A mis padres y a mi novia, por darme su apoyo día a día para cumplir mis metas. De lo contrario, no hubiera llegado al lugar donde ahora estoy.

A mi honorable “UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO” que me forma como un profesional emprendedor.

A mi profesor Fernández, y en especial a la profesora Teresa Gonzales por su apoyo incondicional.

A todas las personas que de forma directa e indirecta colaboraron con este proyecto y permitieron que resulte favorable.

Juan Francisco

Declaracion de autenticidad

Yo, Juan Francisco Marchena Córdova, estudiante de la **Facultad de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo**, identificado con DNI N° 42555492, con la tesis titulada. ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y CORROSIÓN DEL ACERO CORRUGADO - I.E. NIÑO JESÚS DE PRAGA DISTRITO DE SMP 2017.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima setiembre del 2017

Juan Francisco Marchena Córdova

DNI N° 42555492

Presentación

Señores miembros del Jurado: presento ante ustedes la Tesis titulada “ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y CORROSIÓN DEL ACERO CORRUGADO - I.E. NIÑO JESÚS DE PRAGA DISTRITO DE SMP 2017”, con la finalidad de (Evaluar cómo afecta la corrosión del acero corrugado en la estructura de las estructuras de concreto - Institución educativa Niño Jesús de Praga 2017), en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el grado académico de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación

El autor

ÍNDICE

Pagina del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaracion de autenticidad	v
Presentación	vi
Indice de tablas y figuras	ix
RESUMEN	xi
ABSTRAC	xii
I. INTRODUCCION	13
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Trabajos previos	17
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.4. Formulación del problema	33
1.5. Justificación	33
1.6. Objetivos	35
1.7. Hipótesis	35
II. MÉTODO	38
2.1. Diseño de la investigación	39
2.2. Tipo de estudio	39
2.3. Variables, Operacionalizacion	40
2.4. Población muestra y muestreo	42
2.5. Métodos de análisis	45
2.6. Aspectos éticos	45
III. RESULTADOS	46
3.1. Descripción de la zona de estudio	47
3.2. Recopilación de la información	47
3.2.1. Trabajos de campo	48
3.3. Aplicación de métodos de análisis	49
IV. DISCUSIÓN	63
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72

VIII. ANEXOS	75
8.1. Matriz de consistencia	76
8.2. Validación de instrumento	77
8.3. Panel fotográfico	83
8.4. Ensayos de laboratorio	85

Indice de tablas y figuras

Figuras

Figura 1. Identificación del acero oxidado, por falta de recubrimiento	16
Figura 2. Identificación de la carbonatación	16
Figura 3. Niveles de daño por corrosión	25
Figura 4. Fisuras longitudinales	28
Figura 5. Fisuras transversales	29
Figura 6. Formación del frente carbonatado	30
Figura 7. Permeabilidad del recubrimiento	31
Figura 8. Se muestra la zona de estudio delimitada en el mapa catastral del Distrito de S.M.P	47
Figura 9. Evaluación del nivel de corrosión por las condiciones ambientales.	51
<i>Figura 10. Ancho de grietas tolerables según valor más alto</i>	52
Figura 11. <i>ELCOMETER 143</i>	52
Figura 12. Análisis de fisuras por corrosión	53
Figura 13. Modelización de vida útil para corrosión de armaduras	55
Figura 14. <i>Comparación profundidad del frente de carbonatación</i>	59
<i>Figura 15. Profundidad del frente carbonatado en relación A/C</i>	60
Figura 16. Influencia de la carbonatación	61
Figura 17. <i>Nivel de la influencia de la corrosión en la estructura de estructuras de concreto</i>	62
Figura 18. Grietas longitudinales	83
Figura 19. Falta de recubrimiento de la columna	83
Figura 20. Profundidad de la carbonatación	84
Figura 21. Oxidación de la barra	84

Tablas

Tabla 1. Clasificación de la agresividad del Medio Ambiente con base en la durabilidad de la armadura	27
Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables	41
Tabla 3. Rangos y magnitud de validez	44
Tabla 4. Parámetros para clasificar la agresión del medio ambiente	50
Tabla 5. <i>Clasificación agresividad del medio ambiente</i>	50
Tabla 6. Evaluación de las condiciones ambientales	51
Tabla 7. Calificación del daño de materiales	53
Tabla 8. Análisis de las fisuras por corrosión del acero corrugado	53
Tabla 9. Calificación del riesgo de corrosión por factores de estructura	57
Tabla 10. Comparación de Profundidades de Carbonatación medidas en terreno y la predicha por la fórmula de Hamada	59
Tabla 11. Carbonatación fórmula Hamada - relación A/C	60
Tabla 12. Nivel de corrosión en relación a la carbonatación	61
Tabla 13. Evaluación de la corrosión del acero corrugado en la estructura de concreto	62
Tabla 14. Matriz de consistencia	76
Tabla 15. Cuadro de validación de instrumento	80

RESUMEN

La presente tesis “Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado”, en la I.E. NIÑO JESÚS DE PRAGA DISTRITO DE SMP 2017” cuyo objetivo fue. Evaluar Las estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado. Se utilizaron los fundamentos de Diego de Guzmán, especialista en temas de corrosión y las teorías de aprendizaje de Marín Martínez, en estudios de estructuras de concreto.

La presente tesis se ubicó en el diseño **no experimental, transversal correlacional**, tipo aplicada, la muestra estuvo conformada por 4 aulas las cuales fueron medidos a través de una ficha de recolección de datos cuyos resultados se evidencian a través de tablas y gráficos, donde se explica los procedimientos y la inspección general que se realizó, identificando la interacción entre la corrosión del acero y el concreto. Se ha logrado evaluar la relación de la corrosión del acero corrugado en la estructura, a través de la aplicación del método de análisis descriptivo relacionando la variable a medir con sus respectivas dimensiones”, y de esta manera respondiendo al problema planteado, como la corrosión del acero corrugado influye en la estructura, como queda demostrado en las tablas y gráficos, observando el nivel de corrosión en la estructura por la influencia de la carbonatación. Finalmente, se presentan las discusiones, conclusiones generales y específicas de la investigación, así como las recomendaciones constructivas de acuerdo a los resultados, teniendo en cuenta los parámetros principales que las estructuras deben de cumplir con los requerimientos y normas exigidas en nuestro país.

Palabras claves: Condiciones ambientales, Fisuras por corrosión y carbonatación.

ABSTRAC

The present thesis "Concrete structures and corrosion of corrugated steel", whose objective was. Evaluate concrete and corrosion structures and corrugated steel - in the I.E. Child Jesus of Prague District of SMP. The foundations of Diego de Guzmán and the theories of learning of Marín Martínez were used.

The present thesis was located in the non-experimental, cross-correlational, applied type, the sample was made up of 4 classrooms which were measured through a data collection tab whose results are evidenced through tables and graphs, where explains the procedures and the general inspection that was carried out, identifying the interaction between the corrosion of the steel and the concrete. It has been possible to evaluate the corrosion ratio of the corrugated steel in the structure, through the application of the descriptive analysis method relating the variable to be measured with its respective dimensions ", and thus responding to the problem, such as corrosion of the corrugated steel influences the structure, as shown in the tables and graphs, observing the level of corrosion in the structure by the influence of carbonation. Finally, the discussions, general and specific conclusions of the research, as well as the constructive recommendations according to the results are presented, taking into account the main parameters that the structures must meet the requirements and norms demanded in our country.

Key words: Environmental conditions, Corrosion cracks and carbonation.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Las primeras observaciones de corrosión del acero embebido en el concreto fueron hechas a principios de este siglo, principalmente en ambientes marinos y plantas químicas. Sin embargo, sólo a mediados del mismo se inició el estudio sistemático de este problema que ha llegado a ocupar un lugar muy importante dentro de las investigaciones sobre corrosión en el nivel mundial, por los problemas y tipos de estructuras involucrados. En EE.UU. y Naciones Europeas ha sido motivo de alarma la destrucción paulatina de monumentos, iglesias, puentes, edificios y toda clase de construcciones que utilizan normalmente vigas de refuerzo y pernos como componente de ingeniería.

No obstante, enfrentar las pérdidas originadas por la corrosión en Chile representa un valor anual cercano a los 400 millones de dólares, según un informe emitido por la reunión anual de metalurgia de la OEA, a fines del año 1987. El estudio indica que en numerosos países las pérdidas debidas a la corrosión oscilan entre un 3.5 y 4.9 del PBN. Se ha demostrado que el 40 % de dichas pérdidas, es decir, el 2% del PBN, podrían prevenirse aplicando las actuales tecnologías contra la corrosión. Los boletines informativos sobre corrosión en países altamente industrializados señalan que se gasta aproximadamente entre 50 a 100 dólares americanos por habitante por año en corrosión y su prevención.

La creciente industrialización en el Perú en los últimos años trae como consecuencia muchos problemas de corrosión. Las consecuencias de la corrosión pueden ser catastróficas no sólo en las estructuras metálicas, edificaciones, puentes, embarcaciones, aviones etc., sino en vidas humanas. Conocer y aplicar los conceptos básicos de corrosión en la selección de materiales, el diseño y su cuidado o prevención es importante para el desarrollo de un país. Por ejemplo, algunas plantas industriales gastan cerca de 500 mil dólares anuales para el pintado de acero con la finalidad de prevenir la oxidación y herrumbre; las plantas de ácido sulfúrico gastan de 50 a 100 mil dólares anuales para el mantenimiento contra la corrosión aun cuando las condiciones de corrosión no son consideradas severas.

En la actualidad, la mayoría de las construcciones son a base de concreto reforzado que utiliza el acero para aportarle las propiedades de resistencia a la tracción que son necesarias en el concreto estructural esto evita la falla de las estructuras de concreto que están sujetos a esfuerzos de tensión y flexión debido al tráfico, los vientos, las cargas muertas, los térmicos. Sin embargo, cuando el esfuerzo se corroe, se reduce el área de la sección transversal del acero y esto hace que se reduzca su capacidad resistente y por consiguiente la estructura mostrará signos de estructura el cual limita su durabilidad, por tal motivo es necesario hacer capacitaciones a las constructoras y tener controles permanentes de la estructura antes que sea visible el daño y poder asegurar la vida útil de la estructura para la cual fue diseñada.

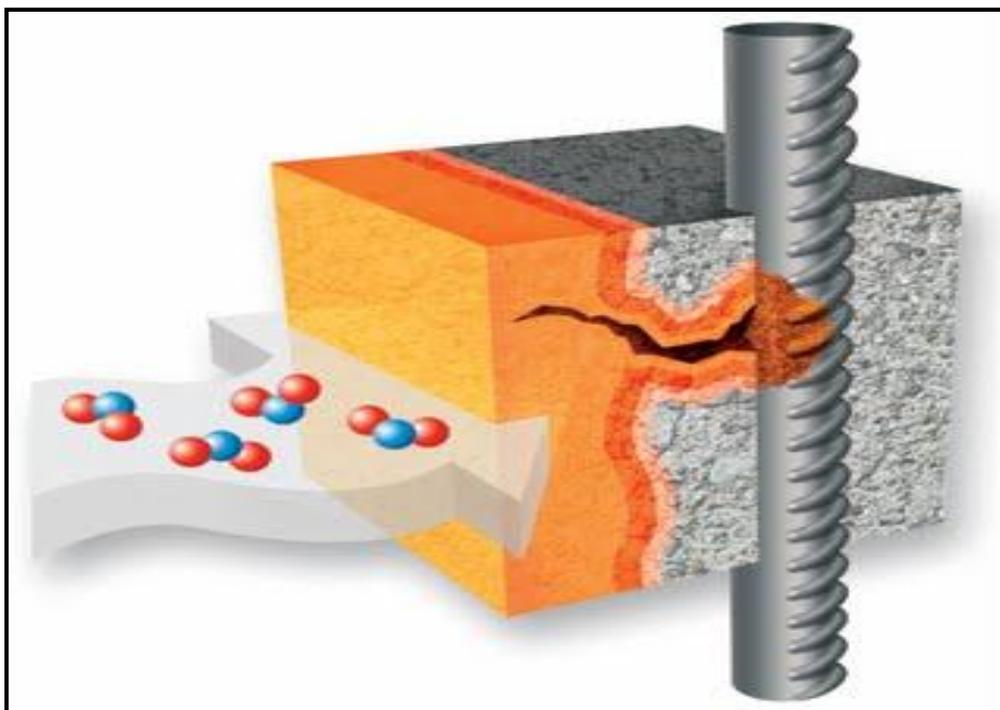
La Institución Educativa “Niño Jesús de Praga” es un colegio público ubicado en Jr. Los Libertadores Mz “B” lote 13 S.M.P. La construcción tiene una antigüedad de 30 años, su construcción no cuenta con planos, es supervisado por la Ugel Rímac 02, del servicio de mantenimiento se encarga la APAFA. La presente investigación, está orientada al estudio de las edificaciones de concreto armado, teniendo como punto de análisis el comportamiento del material, en el aspecto de corrosión. Mediante esta tesis se pretende explicar los factores por las que se produce la estructura por corrosión en el acero corrugado, enfocándonos específicamente en los tipos de exposición ambiental, las fisuras y la carbonatación del concreto. Se fijarán los puntos de análisis que permitan identificar los efectos de la corrosión en el concreto para prevenir o mitigar los daños que puedan surgir en una estructura.

Figura 1. Identificación del acero oxidado, por falta de recubrimiento



Nota: Se presenta la oxidación del acero en la viga

Figura 2. Identificación de la carbonatación



Nota: representación de la carbonatación

1.2. Trabajos previos

Antecedentes nacionales

(Cerna Vasquez, y otros), con el título “*Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material*” con motivo de optar por el título de Ingeniero Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego en el año 2010 en la ciudad de Trujillo Perú; su objetivo principal fue: *Determinar la realidad de las edificaciones existentes en la Ciudad de Chimbote*. La investigación realizada fue de Tipo descriptiva Comparativa, el diseño seleccionado a emplearse en el presente estudio, es el diseño descriptivo comparativo, su población fue Conformada por todas las Obras de Concreto Armado en las 3 zonas de Estudio: P.J. Primero de Mayo, P.J. Villa María, y Urb. El Trapecio de la Provincia de Chimbote.

La muestra se seleccionó al azar, consistiendo en 15 obras de concreto armado de cada zona de estudio, obteniéndose un total de 45 obras estudiadas. Sus instrumentos utilizados fueron: Elaboración de una ficha de inspección visual general de la estructura, elaboración de cuadros estadísticos de cada zona inspeccionada, elaboración de cuadros comparativos de las zonas inspeccionadas. Llegando a la conclusión que una estructura de concreto armado bien diseñada y fabricada de acuerdo a los códigos de la buena práctica constructivas debería tener una durabilidad limitada. El presente estudio es de suma importancia porque causa un impacto económico en la durabilidad de una estructura desde su vida útil hasta su vida residual.

(Guerra Carvallo), en su tesis titulada “Estudio de la corrosión atmosférica sobre dos tipos de acero de bajo carbono en instalaciones industriales petroleras cercanas al mar en el nor oeste del Perú”. Con motivo de optar por el título del Grado Académico de Magíster en Química con mención en Fisicoquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el año 2014 en la ciudad de Lima Perú; la cual su objetivo fue estudiar la corrosión atmosférica, sobre dos tipos de acero (AISI/SAE 1020 y ASTM A36) utilizados en la construcción de facilidades de producción, recolección y transporte de petróleo, en diferentes ambientes del Lote

X, con el fin de identificar aspectos que impactan. Aplicando una metodología de tipo aplicada. Para medir la velocidad de corrosión atmosférica se utilizaron como muestras probetas de acero AISI/SAE 1020 para medir su pérdida de peso después de un periodo de exposición atmosférico de un año y probetas de acero ASTM A 36 para un periodo de exposición de dos años. El procedimiento de ejecución ha sido desarrollado de acuerdo a lo indicado en la norma ISO 9223 -1992 Esta medición se realizó mediante el uso de un instrumento Elcometer 123 Profile Gauge Analog. Llegando a la conclusión que la corrosión es influenciada por los cloruros de una manera polinómicas para los dos tipos de metal evaluados.

(Nolasco Cano, y otros), con el título “Diseño de un plan de recubrimiento con pintura industrial y mantenimiento para disminuir la corrosión en tanques de combustible diésel para centrales termoeléctricas” con motivo de optar por el título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional del Callao en el año 2015 en la Provincia del Callao Perú: su objetivo principal fue: Diseñar un plan de recubrimiento con pintura industrial y un plan de mantenimiento para disminuir la corrosión en tanques de combustible diésel para centrales termoeléctricas. La presente investigación puede tipificarse como descriptiva con un diseño no experimental cuyo diseño transaccional es del tipo descriptivo. La población para la presente investigación lo conforman la totalidad de tanques de combustibles de las centrales térmicas del Perú.

Los instrumentos que se utilizaron, son las guías para el análisis de contenido y las fichas elaboradas con propósitos específicos de registrar aspectos específicos de la actividad de preparación de superficie, pintados y mantenimiento. Llegando a la conclusión que la investigación propone y demuestra la importancia de la protección anticorrosiva de los tanques de almacenamiento de diésel que funcionan en las centrales termoeléctricas, demuestra que los costos asociados a la corrosión son importantes y muy elevados en comparación con los Estados Unidos, en el Perú se gasta por mantenimiento anticorrosivo un 8% de nuestro PBN, y en los Estados Unidos un 4% de su PBN.

Antecedentes internacionales

(Martínez Culebro) con el título “*Problemas patológicos derivados de la Corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto*” con motivo de optar por el título de Ingeniero Civil del Instituto Tecnológico de Sonora en el año 2004 en la CD. OBREGÓN, SONORA México; su objetivo principal fue: Realizar el diagnóstico a un edificio de concreto armado (utilizado como escuela primaria) al cual se le implementarán los procedimientos de inspección preliminar. Para la localización y evaluación, se presentará un pre-diagnóstico de acuerdo al grado del daño que presente; aplicando una metodología de tipo aplicada, diseño experimental utilizando procedimientos para determinar los daños en las estructuras corroídas mediante una inspección preliminar y una inspección detallada. La población será el colegio primario en estudio. Los instrumentos que conforman esta investigación es una serie de métodos en las que se combinan tres variables independientes, la localización, clasificación y reparación de la corrosión del acero de refuerzo en el concreto.

Obtenida la información para el caso práctico, y después de haberlo analizado se puede concluir que es de suma importancia llevar a cabo las reparaciones correspondientes al edificio el cual muestra un alto grado de corrosión en losa de azotea y trabes del segundo piso en el ala oeste siendo éstas las más dañadas de todas y no tienen reparación.

(Guzman Gonzales), en la tesis titulada “Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo” con motivo de optar por el título de Maestros en Ciencias del Instituto Politécnico Nacional en el año 2008 en la Ciudad Oaxaca de Juárez – México; su objetivo principal fue: Evaluar la influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo de especímenes expuestos a dos ambientes; uno marino natural y otro simulado. Aplicando una metodología de tipo aplicada y un diseño experimental. El presente estudio se estructuró en dos fases. En la fase uno se evaluó el efecto de diferentes anchos del concreto en la corrosión del acero de refuerzo. En la fase II se evalúan en un periodo menor a un año, Con estas dos fases se define el estudio del efecto del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo a corto y largo

plazo. Llegando a la conclusión que la presencia del concreto tiene efecto en la corrosión del acero cuando la relación a/c es de 0.3 y 0.4, sin embargo, en concreto con relación a/c de 0.5 y 0.6 ya no se observa este efecto.

(Santiago Hurtado), en la tesis titulada “Determinación del Nivel de Corrosión y Perfil de Carbonatación en Vigas de Concreto Reforzado con 3 años de Exposición al medio Ambiente” con motivo de optar por el título de Ingeniero Civil de la universidad Veracruzana en el año 2010 en la Ciudad Xalapa - México; su objetivo fue: correlacionar la durabilidad del concreto con las características del medio ambiente, determinando el comportamiento electroquímico con el monitoreo de potenciales de corrosión además de realizar cortes en los concretos reforzados para calcular el perfil de carbonatación. Además se llevara a cabo un análisis de los potenciales de corrosión de la velocidad de corrosión durante el tiempo de análisis, que para este caso son tres años, determinara el avance de carbonatación y el tiempo necesario para que esta haga contacto con el acero de refuerzo.; la Metodología empleada fue del tipo aplicada, el diseño es experimental, para el control del proceso de corrosión, de acuerdo a las condiciones presentadas, a los materiales utilizados y al resultado de las mediciones. Y dando un pronóstico de la vida útil de operación para el acero de refuerzo.

Concluyendo que no es necesaria una inversión mayor en materiales para la reparación de estructuras de concreto que la requerida por los materiales más utilizados en la construcción y que una vez más demuestran su eficacia; el cemento y el acero.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Estructuras de concreto

La durabilidad del concreto puede definirse, como su capacidad para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, de los ataques químicos y biológicos, de la abrasión y /o de cualquier otro proceso de deterioro. Durante mucho tiempo se ha notado que el concreto es un material adecuado para lograr estructuras durables, ejemplo de los cuales son las que hoy en día siguen de pie después de muchos años, por lo tanto, se puede decir que el concreto es un material durable y a su vez resistente; sin embargo, en algunas estructuras se puede observar que el concreto se encuentra con algún grado de deterioro, como agrietamiento, descascamiento y erosión, que puede afectar su capacidad estructural; en otras, se pueden apreciar estructuras que solo necesitan retoques en el acabado. Esta diferencia en el desempeño de los concretos con los que fueron realizadas las estructuras, se debe a las condiciones ambientales a las que está expuesto el concreto, a la idoneidad de los materiales y mezclas utilizados, así como a un diseño estructural apropiado ya que todos ellos influyen en su durabilidad Según (Marín Martínez, 2012 pág. 3).

Ciclo de vida útil de las estructuras de concreto

Debido a que las estructuras de concreto simple o reforzado están expuestas, no solamente a la acción mecánica de las cargas de servicio, Sin embargo, debido a las diversas etapas de una estructura, se pueden definir diferentes etapas de vida útil:

- ❖ **Vida útil del proyecto:** es el periodo de tiempo que ha sido previsto por el diseñador estructural para que se dé inicio al deterioro del concreto, es decir, cuando la barrera de protección del concreto ha sido afectada por el agente agresor, pero aún no ha debilitado la estructura.
- ❖ **Vida útil de servicio:** es el periodo de tiempo contado desde que se inicia la construcción de la estructura, hasta que completa un cierto y nivel aceptable de

deterioro. Es un periodo muy variable, debido a que cada proyecto tiene un cierto y determinado nivel de aceptación.

- ❖ **Vida útil última:** es el período de tiempo desde que se inicia la construcción de la estructura hasta que presenta colapso parcial o total.
- ❖ **Vida útil residual:** es el periodo de tiempo contado a partir de la fecha de inspección, en la que la estructura aún puede soportar las cargas para las cuales fue diseñada, sin poner en riesgo la vida de sus habitantes. Si periódicamente se realiza a la estructura un proceso de mantenimiento o de rehabilitación, se da origen a una nueva vida útil, cuya duración dependerá del tipo de mantenimiento o rehabilitación realizada.

1.3.1.1. Importancia de las estructuras de concreto

La estructura de concreto reforzado utiliza acero para aportarle las propiedades de resistencia a la tracción que son necesarias en el concreto estructural. Es importante porque esto evita la falla de las estructuras de concreto que están sujetas a esfuerzos de tensión y lesión debido al tráfico, los vientos, las cargas muertas y los ciclos térmicos. 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 subsecuente delaminación y exfoliación. Si esto se ha dejado sin revisar, la integridad de la estructura puede verse afectada. La reducción del área de sección transversal del acero reduce su capacidad resistente.

1.3.1.2. Factores que influyen en la durabilidad del concreto

Como factores determinantes de la durabilidad de una estructura de concreto reforzado están: el diseño y el cálculo de la estructura, los materiales empleados, las prácticas constructivas (colocación, compactación, curado, etc.) y los procedimientos de protección.

Lo anterior, genera en la estructura la capacidad de resistir cargas de servicio y deformaciones máximas permisibles; desarrolla una textura superficial para el intercambio con el exterior (micro-clima); y también, permite obtener una

estructura y una microestructura del concreto, que a su vez definen la naturaleza y distribución de poros al interior de la masa.

– **Diseño y calculo**

La planeación y el diseño de una estructura no solo deben basarse en su función, sino también en las condiciones ambientales y en la vida estimada de servicio. Para ello, es indispensable que los profesionales que intervienen en la fase de diseño del proyecto sean consecuentes no solo en aplicar métodos de cálculo altamente desarrollados: si no también, en considerar los aspectos tecnológicos que aporta la ingeniería de materiales.

Debido al mesurado avance que han tenido los métodos de cálculos de estructuras, que consideran diversas hipótesis de carga, normas, cálculos, dimensiones y detalles, tienden a optimizar los recursos disponibles en un proyecto de construcción. (Marín Martínez, 2012 pág. 20).

– **Calidad de los materiales**

Por ello es importante elegir el cemento apropiado por razones de durabilidad); el agua no solo debe cumplir con los requisitos de calidad; si no que debe ser mesuradamente dosificada; los agregados deben tener granulometría continua y baja relación de vacíos, de lo contrario las mezclas tendrán alta tendencia a la segregación; el uso de aditivos debe ser racional y adecuado a las necesidades (sin excesos y sin exigir sus condiciones de riesgos para la estabilidad y durabilidad del concreto); las adiciones, deben usarse cuando hay lugar a ello y con conocimiento de cause.

La dosificación de los ingredientes debe hacerse por peso, con corrección de la humedad en los agregados, y con ajuste al agua de mezclado por absorción o aporte del agua libre de los mismos agregados. Según (Marín Martínez, 2012 pág. 25).

– **Prácticas constructivas**

Una estructura fácil de construir, es una estructura que tiene mayores probabilidades de estar bien construida, y por lo tanto de ser más duradera. Además, hay que tener presente que cualquiera estructura se comportara entre las solicitaciones que se le hagan, según como haya quedado construida; y por ello, los procesos constructivos deben reflejar lo más fielmente posible (dentro de las tolerancias permisibles), los planos y las especificaciones dadas en las fases de planeación y diseño del proyecto.

Hoy en día existen muchos sistemas de construcción de estructuras de concreto reforzado y preesforzado, que en muchos casos demanda una metodología y unos cuidados específicos. Es decir, que debe haber una experiencia previa, unos cuidados y unas calificaciones de la mano de obra, un control de calidad y unas precauciones que permiten obtener una calidad especificada. (Marín Martínez, 2012 pág. 35)

1.3.2. Corrosión del acero corrugado

En general, la corrosión de los metales se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea; y el resultado, es una oxidación destructiva del metal en cuestión.

- Un ánodo, donde ocurre la oxidación
- Un cátodo, donde ocurre la reducción
- Un conductor metálico, donde la corriente eléctrica es el flujo de electrones
- Un electrolito, en este caso el residuo lácteo atrapado en los poros del hormigón, donde la corriente eléctrica es generada por el flujo de iones en el medio acuoso.

Para desarrollar esta variable se tuvo como base a (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 183).

Importancia de la corrosión en el acero corrugado

Evaluaciones llevadas a cabo por comités de expertos en corrosión y protección contra la corrosión fijan las pérdidas anuales causadas por la corrosión, en los países industrializados y en vías de desarrollo, en torno al 3,5 por 100 del producto nacional bruto. Cualquiera puede imaginarse, a partir de este dato, la elevadísima cuantía de los costes originados por la corrosión, responsable, de que $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de la producción mundial de acero se dedique a la reposición de las estructuras metálicas deterioradas.

Tipos de Corrosión

Según (Sanchez de Guzman, 2006 pág. 190), entre los tipos de corrosión más frecuentes se encuentran las fugas de corriente eléctrica y la corrosión originada dentro del concreto mismo. De acuerdo con la manera en que se produce la corrosión del acero de refuerzo, dentro del concreto se puede tener la siguiente clasificación:

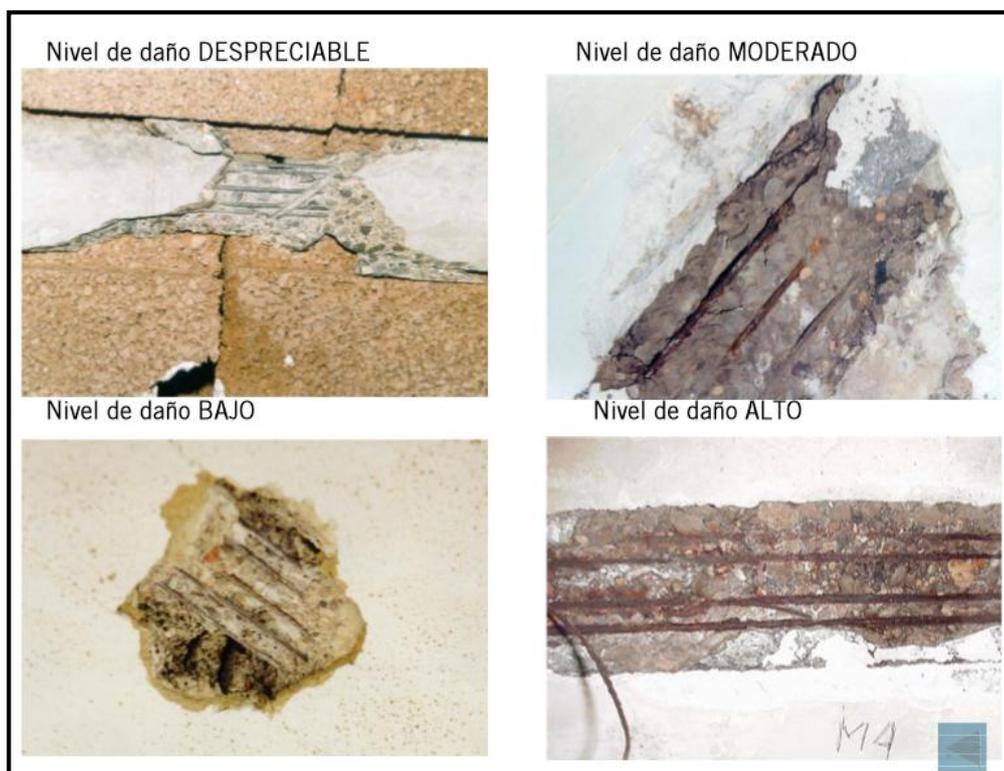


Figura 3. Niveles de daño por corrosión

– **Corrosión uniforme**

Es el resultado de una pérdida generalizada de la película pasivadora, que resulta de los fenómenos de carbonatación y/o la presencia excesiva de iones de cloruros. Pero, también puede ser el resultado de la lixiviación de la pasta de cemento de un concreto, por la acción de aguas puras o ligeramente ácidas. (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 191).

– **Corrosión localizada**

La corrosión localizada, a diferencia de la anterior, actúa solamente en determinadas áreas de la superficie. La razón de ello, puede ser el acceso discontinuo de oxígeno. El caso típico de este tipo de corrosión lo contribuye la corrosión del acero de refuerzo con revestimientos epóxicos, cuando la adherencia entre este y el acero se ha deteriorado. (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 192).

– **Corrosión por picaduras**

La corrosión por picaduras puede definirse como un tipo de corrosión localizada, en el que la película pasivadora se destruye por alguna heterogeneidad, diferencia de composición del metal, o el ingreso de iones cloruro. El ataque se manifiesta, como su nombre lo indica en forma de picaduras estrechas y profundas que son la consecuencia de una zona anódica que se corroe, mientras que el resto del metal está pasivo.

1.3.2.1. Tipo de exposición ambiental

El tipo de exposición ambiental a que está sometido el Concreto: Otro aspecto de gran importancia a la hora de evaluar el riesgo de corrosión de una estructura es la caracterización lo más aproximada posible del tipo de exposición ambiental al que está sometido el concreto. Una mayor información sobre las distintas exposiciones ambientales, conforme a la clasificación de exposiciones ambientales establecida en la norma europea UNE-EN 206, se incluyen aquellas más frecuentes en edificación. “La Calificación es en base a la Guía para la Inspección y Evaluación Preliminar de estructuras de hormigón en edificios existentes - Instituto Valenciano

de la Edificación”. También existe la clasificación de la agresividad del Medio Ambiente con base en la durabilidad de la armadura de que es el más apropiado para utilizar por la semejanza de climas. (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 191).

Tabla 1. Clasificación de la agresividad del Medio Ambiente con base en la durabilidad de la armadura

AGRESIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	MACROCLIMA	MICROCLIMA	GAS CARBÓNICO CO ₂ EN EL AMBIENTE	CLORUROS CL EN EL AMBIENTE
Ligera	Atmósfera rural	Humedad relativa ≤ 60% interiores secos	≤ 0,3%	≤ 200 mg/l
Moderada	Atmósfera urbana	Humedad relativa de 60 a 98% Humedecimiento y secado	≤ 0,3%	< 500 mg/l
Severa	Atmósfera marina o industrial	Humedad relativa de 60 a 98% Congelamiento y deshielo	≥ 0,3%	> 500 mg/l
Muy severa	Polos industriales	Zonas húmedas o industriales y altos agentes agresivos	> 0,3%	> 500 mg/l

Fuente: Normas ACI Colombia

1.3.2.2. Fisuras

Las Fisuras en el Hormigón, son roturas que aparecen generalmente en la superficie del mismo, debido a 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. Según (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 189).

Principales tipos de fisuras

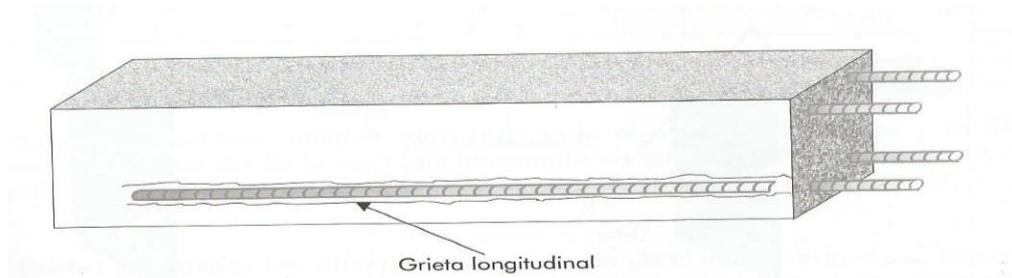
El hormigón estructural presenta, frente al acero laminado, una característica que puede ser considerada negativa y es su capacidad de fisuración. Pero bien es verdad que, en el hormigón armado o pretensado, su capacidad de presentar fisuración, también puede ser juzgado como un indicio positivo, ya que pone de manifiesto, a veces ostensiblemente, su natural comportamiento y en consecuencia permite apreciar, preliminarmente, el nivel de riesgo que presenta el elemento dañado. Cabe hacer notar que una fisura no puede ser en general

asignada a una causa sin un estudio detallado posterior, ni evaluar el nivel de riesgo que entraña, pero sí puede decirse que la no idoneidad del comportamiento del hormigón armado puede detectarse mediante la fisuración, y, en consecuencia, dirigir el análisis más intenso hacia los tipos de trayectorias de la fisuración detectada.

– Fisuras longitudinales

Tales fisuras, que puede confundirse por su trayectoria con las de compresión en pilares, se manifiestan con dirección longitudinal siguiendo las barras o marcando estribos. Su ancho puede llegar a ser apreciable, e incluso hacer perder el recubrimiento a la pieza. Su origen está en el estallido de la zona de hormigón próximo a la armadura ante los aumentos de volumen que supone la presencia de óxido. Para distinguirlas en fase incipiente, no hay más remedio que descubrir la armadura y observar su estado superficial.

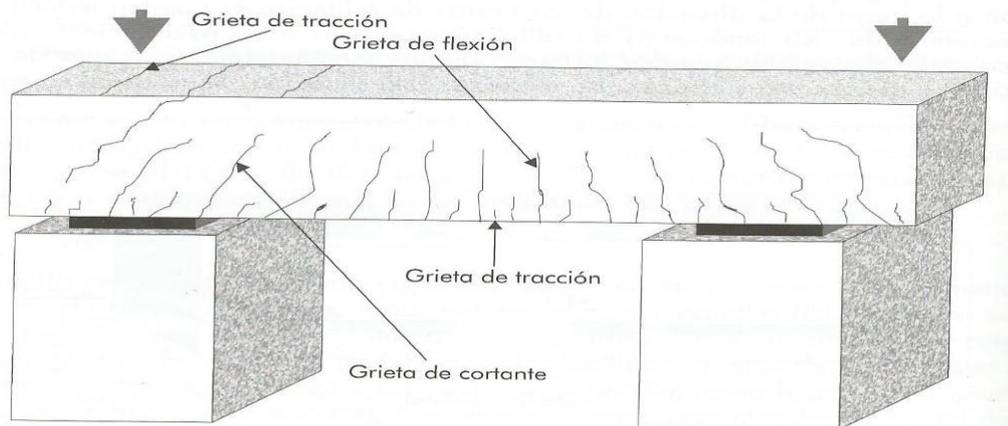
Figura 4. Fisuras longitudinales



– Fisuras transversales

O Grietas por cortante para el caso de vigas y losas sometidas a esfuerzos de corte (y flexión), la deformación que ocurre puede causar las llamadas “grietas por cortante” que aparecen inclinadas en las zonas cercanas a los apoyos

Figura 5. Fisuras transversales



– Fisuras mixtas

Comprenden las grietas longitudinales y las grietas transversales.

1.3.2.3. Carbonatación

La carbonatación en el concreto es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio con alto pH a carbonato de calcio, que tiene un pH más neutral. ¿Por qué es un problema la pérdida de pH? Porque el concreto, con su ambiente altamente alcalino (rango de pH de 12 a 13), protege al acero de refuerzo ahogado contra la corrosión. Esta protección se logra por la formación de una capa de óxido pasivo sobre la superficie del acero que permanece estable en el ambiente altamente alcalino. El recubrimiento que brinda el concreto a las varillas de acero, las protege física y químicamente de la corrosión. La solución en los intersticios () constituye un ambiente muy alcalino (con pH cercano a 13.5) que actúa como una cobertura anticorrosiva. Cuando el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera penetra en los poros del concreto, disuelve la solución intersticial y modifica los balances químicos entre la solución y los hidratos. Según (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 189). A continuación, se presenta una tabla de agresividad del medio ambiente a la armadura, del mismo autor Sánchez de Guzmán.

– Velocidad de la carbonatación

Según (Sanchez de Guzman, 2006 pág. 160). La velocidad a la cual avanza el frente de carbonatación; así como, la profundidad del mismo, dependen de muchas variables, pero entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

- La cantidad del CO_2 presente en la atmosfera cercana a la superficie del concreto.
- La humedad relativa, la temperatura y la presión del medio ambiente. La difusión del medio ambiente
- La relación agua / cemento
- La compactación de la capa de recubrimiento del concreto
- El tiempo y perfección de los procedimientos de curado del concreto. Se ha comprobado que la carbonatación es mayor, en la medida en que el tiempo de curado haya sido menor.

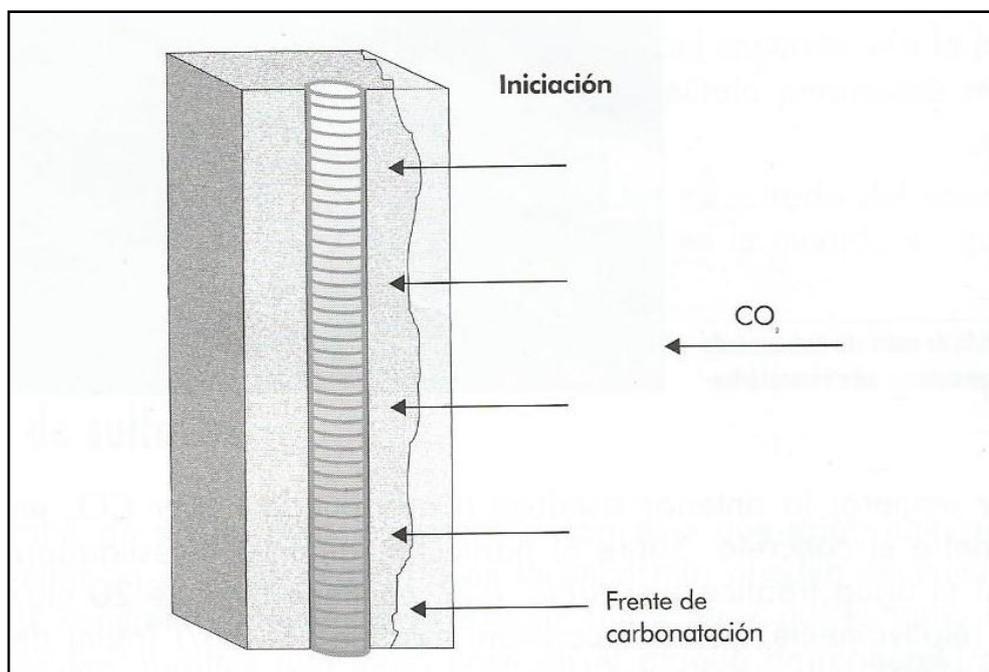
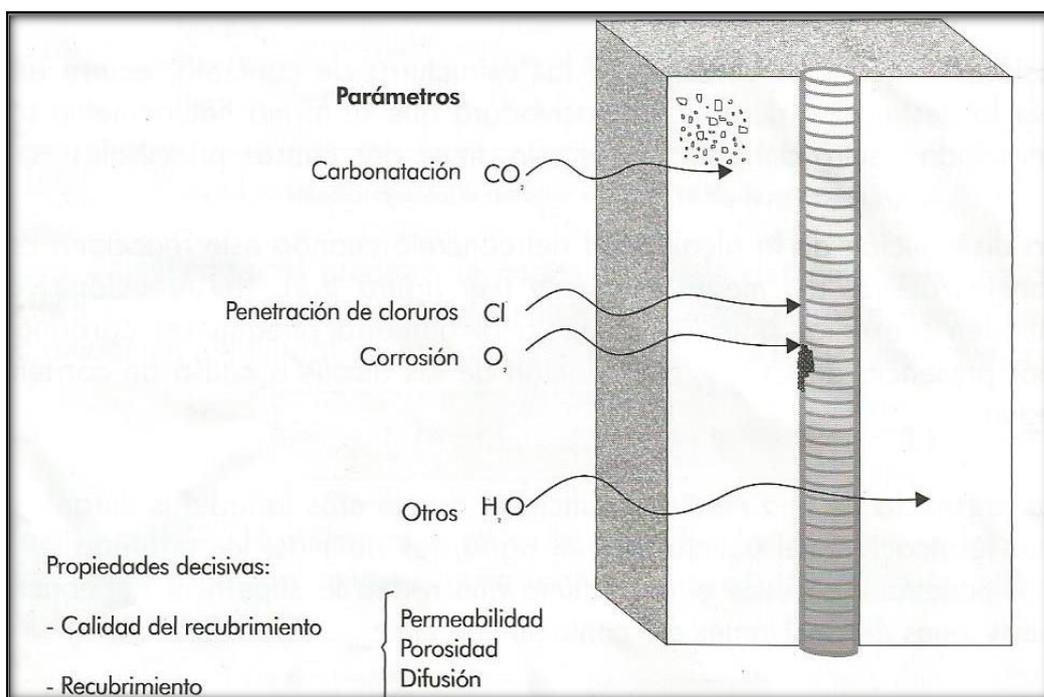


Figura 6. Formación del frente carbonatado

– Permeabilidad del concreto

La permeabilidad del concreto, como la de cualquier material, consiste en que este puede ser atravesada por un fluido (Líquidos, gases, iones) a causa de una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material. Usualmente la permeabilidad se determina por el caudal filtrado de agua de acuerdo con la ley de Darcy (a través de un medio poroso), en la cual el flujo es laminar y permanente. Según (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 39).

Figura 7. Permeabilidad del recubrimiento



– Profundidad del frente carbonatado

Para determinar la profundidad de la carbonatación se utiliza un indicador, el cual consiste en una disolución al 1 % de fenolftaleína en alcohol etílico. Esta solución es incolora en valores de pH inferiores a 8. Para valores superiores a 9.5 se toma de un color púrpura. De esta manera el frente de carbonatación, cuyo valor de pH es bajo no presenta coloración y se distingue claramente de la zona no carbonatada del concreto.

– **Disminución del recubrimiento**

La protección que confiere el concreto que recubre las barras de acero de una estructura de concreto armado o pretensado dependerá del grado de impermeabilidad de éste, que a su vez estará dada por su compacidad 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. Existen normas internacionales, donde se especifican los espesores adecuados de acuerdo a la agresividad ambiental.

Sin embargo, estructuralmente es recomendable que este espesor sea al mínimo indispensable, ya que, por ser una zona desprovista de armadura, pudiera verse afectada por fisuración, particularmente si el elemento está sometido a esfuerzos de tracción. Por tal motivo, las normas recomiendan que en ambientes agresivos debe utilizarse una mezcla de calidad con alto contenido de cemento y baja relación de a/c, garantizando así que espesores de 2 a 3 pulgadas permitan una alta durabilidad de la estructura.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017

1.4.2. Problemas específicos

- ❖ ¿De qué manera las condiciones ambientales afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017?
- ❖ ¿De qué manera las fisuras afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017?
- ❖ ¿De qué manera la carbonatación afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017?

1.5. Justificación

Justificación teórica, mediante este trabajo se pretende explicar los factores por lo que se produce en las estructuras a causa de la corrosión en el acero corrugado en elementos de concreto armado, enfocándonos específicamente en la corrosión por carbonatación del concreto, la penetración por acción de cloruros entre otros, para prevenir o mitigar los daños que puedan surgir en una estructura.

Justificación práctica, la presente tesis se llevó a cabo por la razón que en la Institución Educativa “Niño Jesús de Praga” encontramos diversas fallas en sus estructuras que ha sido generada por la corrosión del acero. Con la aplicación de técnicas conocidas para evaluar este fenómeno explicaremos el grado de

estructura de las estructuras del concreto por corrosión del acero corrugado, proponiendo métodos de reparación existentes.

Justificación metodológica, la presente tesis contribuyo con instrumentos de recolección de datos válidos y confiables que otros investigadores puedan usarlo o adaptarlos a nuevos contextos.

Justificación económica, las estructuras de concreto reforzado debido a la corrosión del acero por efecto de la exposición a las condiciones ambientales y a la falta de previsión para mitigarlo, es una de las principales causas de la disminución de su durabilidad el cual, ha llegado a ser uno de los problemas más costosos en la infraestructura de cualquier nación. Ya que durante el tiempo se ven gastos en reparación o reforzamiento de dichas estructuras por estructura, en algunos casos implica demolición de una estructura.

Justificación social, el estudio contribuyo a fortalecer e explicar, por medio de los resultados de la investigación, métodos ya conocidos a los encargados de la Institución Educativa “Niño Jesús de Praga” y a su vez aporta con los alcances brindados a futuras investigaciones.

Justificación técnica, códigos y reglamentos de diseño, como el American Concrete Institute (ACI, 2005) y el Reglamento Nacional de Construcciones cuya norma es E- 060 incluyen recomendaciones básicas, cuyo principio fundamental es el de proporcionar las bases para el diseño por durabilidad de estructuras bajo condiciones ambientales diversas. Estas recomendaciones no determinan la durabilidad, sino que proporcionan las reglas para obtener estructuras durables ante diversos agentes ambientales externos (Torres y Martínez, 2001).

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar cómo las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017

1.6.2. Objetivo específicos

- ❖ Evaluar las condiciones ambientales que afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017
- ❖ Analizar las fisuras que afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017.
- ❖ Estudiar la carbonatación que afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

Las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017

1.7.2. Hipótesis específicas

- ❖ Las condiciones ambientales afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017.

- ❖ Las fisuras afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017.
- ❖ La carbonatación afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017.

1.8. Marco conceptual

- **Despasivacion en el área de fisuras.** - En las fisuras, planos de fallas y oquedades que exhiba el concreto, tanto la inducción del oxígeno y de cloruros, como el avance de un frente de carbonatación, tienden a penetrar más a prisa que en el concreto sano. (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 188).
- **Corrosión bajo esfuerzo.** - la corrosión bajo esfuerzo se da cuando se conjugan dos factores fundamentales: esfuerzos sobre tracción sobre el acero; y un medio agresivo. Según (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 193).
- **Corrosión biológica.** - Es la corrosión generada por microorganismos de diferentes variedades, los cuales actúan de manera cinética. Bajo los nombres de corrosión microbiológica o biocorrosión según (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 194).
- **Película pasivadora.** - La pasivación se refiere a la formación de una película relativamente inerte, sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos.
- **Protección anódica.** - disminución apreciable de la corrosión haciendo anódico al metal y manteniendo este estado de alta polarización con un flujo de corriente muy pequeño. (Poblano salas, 2000 pág. 26).
- **Protección catódica.** - La corrosión suele ser un fenómeno electroquímico por lo que se puede intentar combatirlo conectando el metal que se quiere proteger a otro metal menos noble, según la serie galvánica, que actuará entonces como ánodo de sacrificio (también llamado galvánico) o bien conectándolo al polo negativo de una fuente exterior de corriente continua. Según (Poblano salas, 2000 pág. 27).

- **Oxidación del acero.** - La oxidación directa, sin intervención del calor, se produce en casi todos los metales debido a dos causas: a la acción del oxígeno en estado atómico, que siempre existe en la atmósfera, y a la menor estabilidad de los átomos superficiales de los metales, que están enlazados menos enérgicamente que los del interior. (Cuesta fernandez, 2009 pág. 64)
- **Disgregación del concreto.** - Son roturas que se producen en el interior del hormigón por tracciones internas que el hormigón no puede resistir. Pueden producirse por causas muy diversas.
- **Expansión libre.** - existe una zona de poros en la pasta alrededor de la superficie acero/concreto provocada por la transición de la pasta al acero. En este estado, los vacíos de aire atrapado son ocupados mediante difusión, por los productos de corrosión.
- **Iniciación del agrietamiento.** - Con el incremento de la corrosión los esfuerzos internos excederán la resistencia a la tensión del concreto y el recubrimiento de concreto se agrietará.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

La presente investigación se ubicó en el diseño **no experimental, transversal correlacional**. Fue no experimental porque no manipularemos la variable independiente. Es **transversal**, ya que recogeremos los datos de la población de estudio en un solo momento o en un tiempo determinado, y es **correlacional** porque se trata de describir las relaciones causales de las variables “Corrosion del acero corrugado” y “Estructura de estructuras de concreto” de la Institución Educativa Niño Jesús de Praga en el Distrito de S.M.P. 2017. Según (Valderrama Mendoza , 2013 pág. 181).

Método

Mediante este método se buscó demostrar los objetivos de investigación utilizando procedimientos **deductivos**; es decir, partiendo de una afirmación general (Objetivos), para luego particularizarla en cada uno de los elementos de la muestra, es decir los Niveles de estructura de las construcciones. Según, (Valderrama Mendoza , 2013 pág. 162).

2.2. Tipo de estudio

La presente tesis se ubica en la Investigación **aplicada**, ya que nos propone Evaluar la estructuras de concreto por corrosión del acero corrugado en el distrito de S.M.P. Con la finalidad de medir el daño y mediante esta investigación ayudar a solucionar problemas prácticos. Según, (Valderrama Mendoza , 2013 pág. 165).

Nivel de estudio: El desarrollo de la investigación se caracteriza por ser de nivel **correlacional**, Debido a que nuestra investigación está enfocada a evaluar la corrosión como afecta en la estructura de la I.E. Niño Jesús de Praga en el Distrito de SMP. Porque tiene como finalidad conocer la relación o grado entre dos variables, su objetivo es conocer como suceden ciertos hechos, para analizar sus relaciones causales existentes o por lo menos a las condiciones en que se producen, dando a conocer por qué ocurre un fenómeno y porqué se da este según (Valderrama Mendoza , 2013 pág. 169)

2.3. Variables, Operacionalizacion

2.3.1. Variables

A continuación, se hace una descripción de las variables 1 y variable 2 desde lo general a lo particular.

- **Variable 1**

- Estructura de concreto

- **Variable 2**

- Corrosión del acero corrugado

2.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables

ESTRUCTURA DE CONCRETO Y CORROSION DEL ACERO CORRUGADO – I.E. NIÑO DE JESUS DE PRAGA DISTRITO S.M.P 2017.					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Niveles
V1 = Durabilidad de estructuras de concreto	“Por estructura se reconoce esta progresiva disminución de la vida útil del producto o infraestructura, y se acerca a su estudio en términos de su utilidad en los procesos de mantenimiento, reparación y reemplazo que se emplean para su conservación. Según (Marín Martínez, 2012).”	El estructura de las estructuras se evaluará en base a parámetros tomando en cuenta el diseño del proyecto, la calidad de los materiales y los practicas constructivas, los cuales deben ser controlados desde el nivel de daño forma hasta los procesos constructivos; siendo estos medidos a través de una ficha.	D1: Diseño estructural adecuado	11: Forma 12: Armaduras 13: Normas	Bajo Moderado Alto
			D2: Materiales	11: Concreto 12: Acero de refuerzo 13: Productos de protección	Bajo Moderado Alto
			D3: Practicas constructivas	11: Mano de obra 12: Control de calidad 13: Procesos constructivos	Bajo Moderado Alto
V2 = Corrosion del acero corrugado	“En general, la corrosión de los metales se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea; y el resultado, es una oxidación destructiva del metal en cuestión. Según (Sanchez De Guzman, 2006 pág. 183)”	La corrosión del acero se evalúa tomando en cuenta los tipos de condiciones ambiental, las fisuras, y la carbonatación. Sin embargo, dependerá de la humedad relativa hasta su disminución de su recubrimiento los cuales serán medidos a través de una ficha de recolección de datos.	D1: Condiciones ambiental	11: Humedad relativa 12: Presión 13: Temperatura	Bajo Moderado Alto
			D2: Fisuras	11: Fisuras longitudinales 12: Fisuras transversales 13: Fisuras mixtas	Bajo Moderado Alto
			D3: Carbonatación	11: Permeabilidad del concreto 12: Profundidad del frente carbonatado 13: Disminución del recubrimiento	Bajo Moderado Alto

Fuente: Elaboración propia, (2017)

2.4. Población muestra y muestreo

2.4.1. Población

De acuerdo a (Valderrama Mendoza , 2013 pág. 182), la población está constituida por los integrantes totales de casos que sean similares a los requisitos que se especifican en la tesis a llevar a cabo. Por ello, en la presente tesis. La población general fue **50** Instituciones Educativas - nivel inicial del Distrito de S.M.P. fuente según Inei.

2.4.2. Muestra

Según (Valderrama Mendoza , 2003 pág. 184). Cuando por diversas razones resulta imposible abarcar la totalidad de los elementos que conforman la población accesible, se recurre a la selección de una muestra.

Se seleccionó a la Institución Educativa Niño Jesús de Praga del Distrito de SMP, puesto que así se facilitará el desarrollo de la técnica de recolección de datos planificada. La muestra constituye aproximadamente **4 aulas** de dicha Institución. De esta manera, con la cantidad adecuada seleccionada, se podrá generalizar al final los resultados. Para seleccionar la muestra se utilizó una técnica o procedimiento denominado muestreo.

2.4.3. Muestreo

Según, (Valderrama Mendoza , 2003 pág. 193). Es un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra, en este caso los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador. En nuestro caso se aplicó un ***muestreo no probabilístico del tipo intencional***.

“El cual consiste en escoger dicha Institución Educativa por motivos que presenta deficiencias en su estructura, partiendo desde que esta edificación fue construida sin un diseño, no tuvo asesoría técnica (Ingeniero civil)”, los materiales

empleados no cumplieron los ensayos correspondientes de acuerdo a las normas y presenta una serie de daños en su estructura. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.5.1. Técnicas de recolección de datos

Para efectivizar la investigación se utilizó las siguientes técnicas:

- **Observación.** - Sirvió para tener contacto de manera directa con cada uno de los elementos de la muestra, es indispensable para contrastar la información que obtenga al aplicar la ficha. Así mismo nos servirá para medir los niveles de la estructura en parámetros.
- **Agrupación.** – Esta técnica permitió la elaboración de las tablas.
- **Cuantificación.** - A través de esta técnica, luego de obtener la información empírica, se realizó la tabulación, para luego agrupar la información según las variables.
- **Graficación.** - La presencia de las tablas orientó al investigador a realizar las gráficas correspondientes las mismas que aparecen en el capítulo correspondiente.
-

2.5.2. Instrumentos de investigación

Para facilitar la recolección de la información de manera detallada y sistematizada, se utilizó los siguientes instrumentos:

- **Ficha de inspección preliminar.** – Consiste en un examen visual para determinar todos los problemas que pudiera presentar la edificación. Esta inspección permite tener una idea general del ambiente que la rodea.
- **Ficha de recolección de datos.** - Mediante este instrumento se recolecto la información necesaria en donde el motivo principal es observar, para dar con la repuesta de nuestras interrogantes y mediante ello evaluar los niveles de estructura de la estructura.

2.5.3. Validez

La validez fue establecida mediante juicio de tres expertos, para lo cual se solicitó a tres Ingenieros civiles revisen los instrumentos, considerando como criterios de evaluación: la relevancia, la pertinencia, la claridad, ver (anexo).

2.5.4. Confiabilidad

Para evaluar la confiabilidad de los instrumentos, se utilizaron fórmulas para calcular coeficientes de confiabilidad. Los resultados que se obtuvieron se analizaron mediante la prueba de alfa de cronbach, la mayoría de estos coeficientes oscila entre 0.53 a menos y 1, donde un coeficiente 0.53 a menos significa validez nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad total. La confiabilidad obtenida fue de **0.94** ver tabla 3.

Tabla 3. Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0,53 a menos	Validez nula
0,53 a 0,59	Baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Fuente: Reproducido de Oseda, (2011)

2.5. Métodos de análisis

Para el análisis e interpretación de los resultados se empleó el método estadístico descriptivo. Los datos serán codificados e ingresados en una hoja de cálculo del programa Office Excel 2016 y algunos cuadros creados por el programa Word 2016. El análisis de los datos será interpretado en base a las figuras representativas de barras en forma explicativa para evaluar el nivel de estructura de dicha estructura.

2.6. Aspectos éticos

Los principios éticos de la investigación se aplicaron teniendo en cuenta el manejo veraz y honesto de la metodología de un trabajo de investigación, además del consentimiento informado, cuidando la privacidad y confidencialidad de la información.

Además de los principios establecidos por la universidad, para el desarrollo de trabajos de investigación de tipo académico.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

Este proyecto se realizó en la urbanización Los Libertadores Mz “B” Lote 13. El distrito de San Martín de Porres es uno de los 43 distritos de la provincia de Lima, ubicada en el departamento homónimo, en el Perú. Está situado entre río Rímac y el río Chillón, superficie territorial es **36.91 km²** limita:

- Por el norte con el Distrito de Ventanilla y el Distrito de Puente Piedra
- Por el este con Distrito de Los Olivos, Distrito del Rímac, Distrito de Independencia.
- Por el sur con Cercado de Lima y Distrito de Carmen de la Legua
- Por el oeste con el distrito del Callao. El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez como el Terminal Terrestre Plaza Norte, se ubican a los extremos de la avenida Tomás Valle. Distrito: San Martín de Porres



Figura 8. Se muestra la zona de estudio delimitada en el mapa catastral del Distrito de S.M.P

3.2. Recopilación de la información

Para el desarrollo de esta investigación se recopiló información de la Institución Educativa Niño Jesús de Praga, empezando con una minuciosa

inspección preliminar de la estructura, tomando en cuenta los daños ocasionados por corrosión del acero corrugado.

3.2.1. Trabajos de campo

El trabajo de campo consistió en un proceso de diagnóstico que comprende una etapa previa de recogida de información de la Institución Educativa Niño Jesús de Praga, la etapa previa debe cubrir los siguientes aspectos:

- Entrevista previa con la directora, para recaudar información preliminar de la Institución Educativa.
- Examen visual y determinación inicial del alcance de los daños. El reconocimiento "in situ" de la obra dañada para establecer los primeros objetivos sobre la naturaleza y consecuencias de las estructuras.
- Recopilación de información general sobre la obra. La inspección y contactos previos deben servir también para recabar datos acerca del comportamiento de la obra a lo largo de su vida. Aspectos tales como fecha y condiciones de ejecución, usos habidos, daños previos, intervenciones de refuerzo o reparación, etc., deben ser investigados. Se debe localizar la documentación de proyecto de la obra.
- Recopilación de información relativa a daños. El levantamiento de croquis que reflejen la situación y el tipo de estructuras observados, así como la realización de un reportaje fotográfico.
- Localización de posibles errores graves, la primera inspección puede servir para localizar errores importantes en la concepción, dimensionamiento, diseño de detalles o ejecución de la estructura

3.3. Aplicación de métodos de análisis

Obtenidos los datos, a través de las fichas de observación se elaboraron las tablas y gráficos con cada una de las interrogantes y sus respectivas interpretaciones en función de sus objetivos. De esta manera se procedió a evaluar los resultados.

- Se elaboró la Base de datos para ambas variables. Allí se guardaron los valores obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos de medición, para luego ser utilizados en el análisis descriptivo e inferencial mediante el programa MS Excel.
- Para la presentación de los resultados de la investigación, se elaboraron tablas con la finalidad de resumir informaciones de ambas variables de estudio y a través de ellas, se han podido elaborar figuras estadísticas con el propósito de conseguir un rápido análisis visual donde ofrezca la mayor información. (Wayne, 2011, p. 376)
- No se ha empleado las medidas de tendencia central, porque el análisis estadístico fue no paramétrico. Es decir, los datos que se han utilizado fueron mediante el rango o conteos de frecuencia.
- No se hizo prueba de hipótesis

3.3.1. Desarrollo de la evaluación de condiciones ambientales

Primero: Se evalúa las condiciones ambientales al que está sometido la estructura, de acuerdo a la Tabla 4 donde se muestran la Clasificación de la Agresividad del Medio Ambiente. A cada uno de los parámetros se le asigna una calificación como indica en la Tabla 5

Tabla 4. Parámetros para clasificar la agresión del medio ambiente

AGRESIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	MACROCLIMA	MICROCLIMA	GAS CARBÓNICO CO ₂ EN EL AMBIENTE	CLORUROS CL EN EL AMBIENTE
Ligera	Atmósfera rural	Humedad relativa ≤ 60% interiores secos	≤ 0,3%	≤ 200 mg/l
Moderada	Atmósfera urbana	Humedad relativa de 60 a 98% Humedecimiento y secado	≤ 0,3%	< 500 mg/l
Severa	Atmósfera marina o industrial	Humedad relativa de 60 a 98% Congelamiento y deshielo	≥ 0,3%	> 500 mg/l
Muy severa	Polos industriales	Zonas húmedas o industriales y altas agentes agresivos	> 0,3%	> 500 mg/l

Fuente: Normas Colombiana ACI

Tabla 5. Clasificación agresividad del medio ambiente

Parámetro	Clasificación			
	Despreciable	Bajo / ligero	Moderado	Alto/severo
Agresión del medio ambiente	1	3	5	No se considera

Fuente: Guía para la Inspección y Evaluación Preliminar de estructuras de hormigón en edificios existentes, Instituto Valenciano de la Edificación

Resultados: Lima corresponde a una atmosfera Urbana, con humedad relativa promedio 88% (Senamhi), de acuerdo a la Tabla N°1, Lima está expuesta a una moderada agresión del medio ambiente.

Tabla 6. Evaluación de las condiciones ambientales

NIVEL DE CORROSION	CONDICIONES AMBIENTALES					
	Humedad Relativa		Presión		Temperatura	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Despreciable	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Bajo	2	20.00%	1	10.00%	1	10.00%
Moderado	6	60.00%	3	30.00%	2	20.00%
Alto	2	20.00%	1	10.00%	1	10.00%
TOTALES	10	100.00%	5	50.00%	4	40.00%

Fuente: Recogida a través de la observación de todas las aulas que presenta deterioro en sus estructuras por las condiciones ambientales.

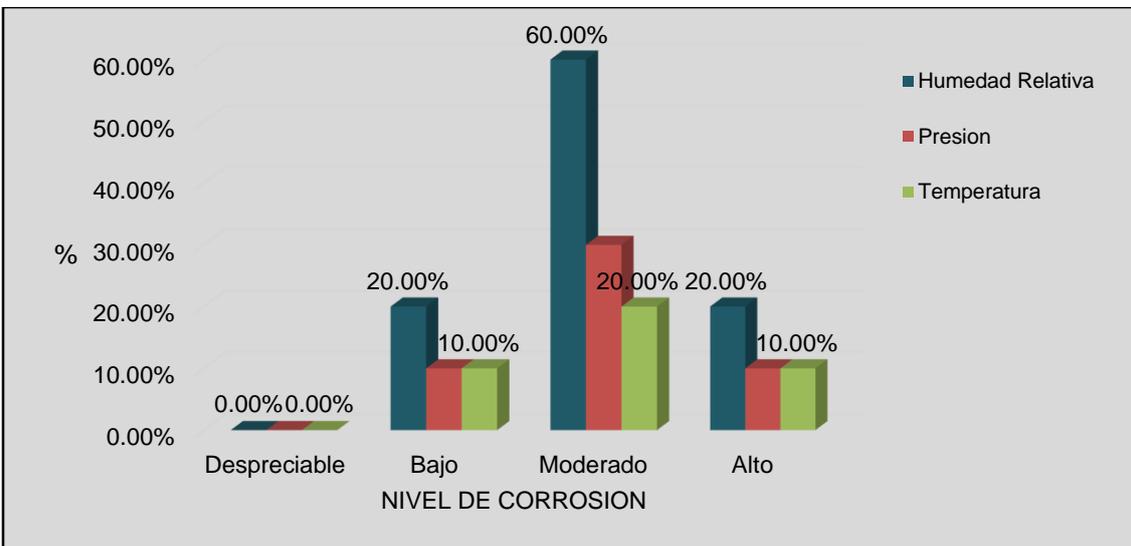


Figura 9. Evaluación del nivel de corrosión por las condiciones ambientales.

Interpretación:

En la tabla 5 y figura 9, se presenta las condiciones ambientales que influyeron en la estructura donde se puede apreciar los siguientes resultados; La exposición ambiental influye en un nivel moderado de estructuras en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de San Martín.

3.3.2. Desarrollo del análisis por fisuras

Para este análisis, se ingresa con los anchos de fisuras analizados o desprendimiento en lajas y con los resultados de la importancia de la corrosión en la Tabla 10 se obtiene un valor de nivel de daño de materiales. En caso de contar con resultados de pérdida de sección, se incluye también su calificación. Mediante esta tabla, a cada uno de los parámetros se le asigna una calificación, en función de sus resultados. Al valor más alto de entre los considerados, se asignará al nivel de daño.

Figura 10. Ancho de grietas tolerables según valor *mv* griet

Condición de exposición	Ancho permisible de grieta	
	(in)	(mm)
Estructuras normales (protegidas y/o sometidas a corrientes de aire seco).	0.016	0.41
Estructuras en contacto con el terreno o sometidas a efectos de humedad.	0.012	0.3
Estructuras sometidas a acciones de hielo y deshielo.	0.007	0.18
Estructuras sometidas a ciclos de humedecimiento y secado por la acción aguas marinas.	0.006	0.15
Estructuras de retención de líquidos.	0.004	0.1

Nota: No se incluyen tuberías sin presión.



Figura 11. **ELCOMETER 143**

Nota: Se muestra la medición del ancho de las fisuras y grietas con un comprobador de fisuras

Tabla 7. Calificación del daño de materiales

Parámetros	Calificación			
	Despreciable	Bajo	Moderado	Alto
	1	3	6	9
Ancho de fisuras o desprendimiento en lajas	Sin fisuras	< 0.3mm	≥ 0.3mm	Desprendimiento en lajas
Importancia de la Corrosión	Sin corrosión	Ligera: Óxido superficial	Media. Óxido en capa Fina	Alta. Óxido en capa gruesa
Perdida de sección	≤ 1%	>1%-5%	> 5%-10%	> 10%

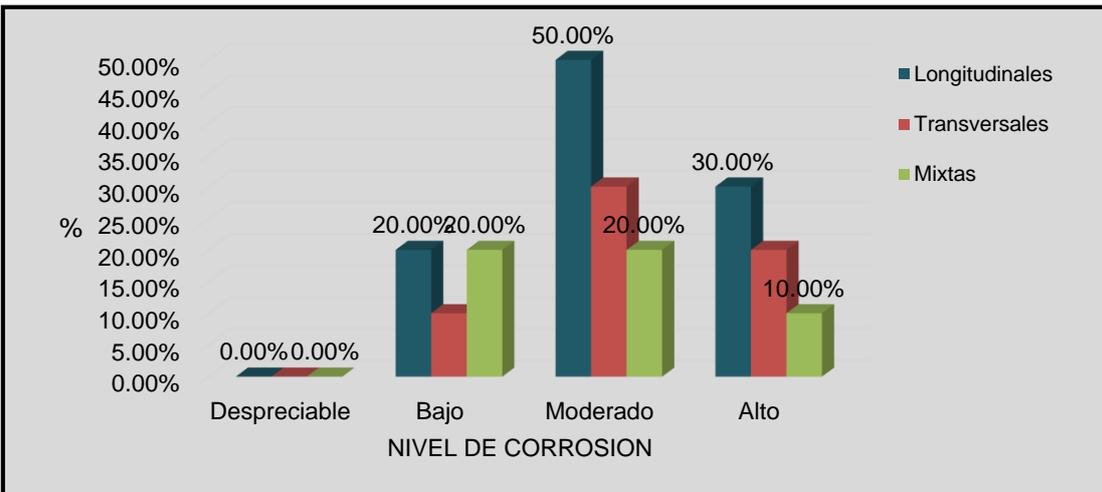
Fuente: Guía para la Inspección y Evaluación Preliminar de estructuras de hormigón en edificios existentes, Instituto Valenciano de la Edificación

Tabla 8. Análisis de las fisuras por corrosión del acero corrugado

NIVEL DE CORROSION	FISURAS					
	Longitudinales		Transversales		Mixtas	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Despreciable	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Bajo	2	20.00%	1	10.00%	2	20.00%
Moderado	5	50.00%	3	30.00%	2	20.00%
Alto	3	30.00%	2	20.00%	1	10.00%
TOTALES	10	100.00%	6	60.00%	5	50.00%

Fuente: Recogida a través de la observación de todas las aulas que presenta influencia por los diferentes tipos de fisuras.

Figura 12. Análisis de fisuras por corrosión



Interpretación: En la tabla 8 y figura 12, se presenta las fisuras que afectaron las estructuras de concreto, donde se puede apreciar los siguientes resultados; las

fisuras afectan en un nivel Moderado en 50% en la estructura de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de San Martín.

Resumen

Se observaron fisuras en las cuatro muestras, con la siguiente calificación:

Columna A – 1: Fisuras aprox. 0.32mm, Moderada

Columna A – 2: Fisuras aprox. 0.35mm, Moderada

Columna A – 3: Fisuras aprox. 0.25mm, Bajo

Columna A – 4: Fisuras aprox. 0.18mm, Bajo

3.3.3. Desarrollo del Estudio de Carbonatación

3.3.3.1. Periodo de iniciación de la carbonatación

Para el estudio de este factor se utilizarán fórmulas internacionales como la fórmula internacionales, expresada de la siguiente manera:

Donde:

f: Profundidad de carbonatación

r: Recubrimiento

Cr= f/r: Carbonatación relativa

Kco2: La constante de carbonatación:

pi: periodo de iniciación de la carbonatación.

FORMULA N°1

$$r = K_{CO_2} \sqrt{p_i}$$

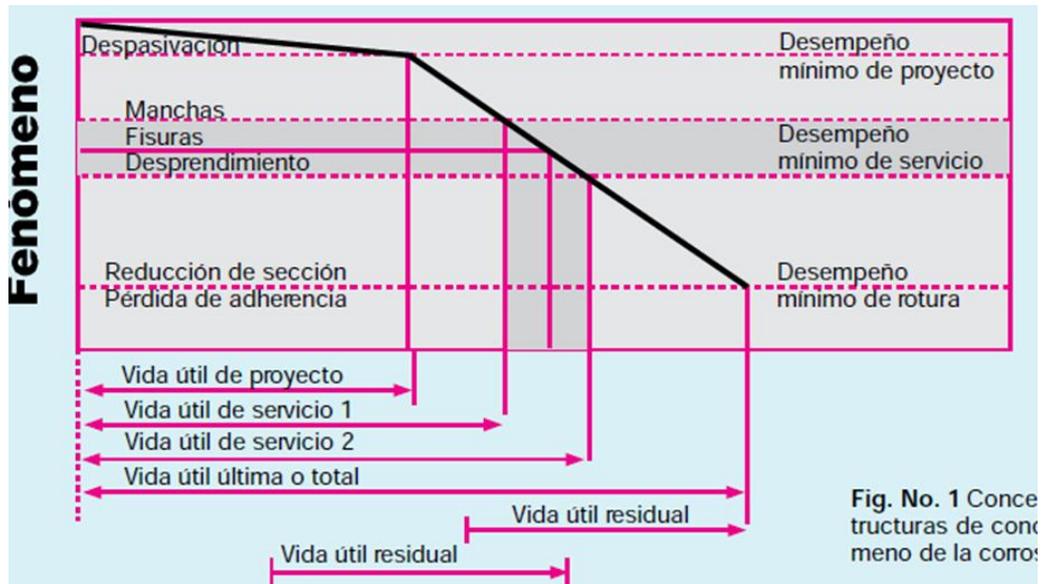
$$\frac{f}{r} = \frac{K_{CO_2} \sqrt{t}}{K_{CO_2} \sqrt{p_i}}$$

$$Cr = \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{p_i}}$$

$$p_i = \frac{t}{Cr^2}$$

Antes de aplicar la fórmula 1, debemos hablar de la Vida Útil.

Figura 13. Modelización de vida útil para corrosión de armaduras



Fuente: Diego Sánchez de Guzmán (2006)

- Por vida útil se entiende el período de tiempo durante el cual una estructura será capaz de desempeñar las funciones para las cuales fue proyectada. En el caso de deterioro de la estructura por corrosión de la armadura, se puede distinguir por lo menos tres situaciones:
- Un período de tiempo que va hasta la Despasivación de la armadura, el cual se denomina, normalmente, período de iniciación.
- Un período de tiempo que va desde el momento en que aparecen manchas en la superficie del concreto.
- Un período de tiempo que va hasta la ruptura o colapso parcial o total de la estructura.

Primero: Se calculó el periodo de Iniciación de la carbonatación (p_i) de acuerdo a lo siguiente

Muestra M-1

- *Edad del C. Educativo: $t = 35$ años*
- *Espesor recubrimiento: $r = 13.60$ mm*
- *Profundidad frente carbonatado: $f = 25.00$ mm*
- *Carbonatación relativa $Cr = f/r$*
- *Periodo de iniciación $p_i = t/Cr^2 = p_i = 10.23$ años*
- *Caracterización del tipo cemento: Cemento Portland*
- *Determinación del contenido en cloruros: 0,03%*
- *Tipo de Concreto: Concreto Armado*

Muestra M-2

- *Edad del C. Educativo: $t = 35$ años*
- *Espesor recubrimiento: $r = 19.50$ mm*
- *Profundidad frente carbonatado: $f = 20.00$ mm*
- *Carbonatación relativa $Cr = f/r$*
- *Periodo de iniciación $p_i = t/Cr^2 = p_i = 33.27$ años*
- *Caracterización del tipo cemento: Cemento Portland*
- *Determinación del contenido en cloruros: 0,03%*
- *Tipo de Concreto: Concreto Armado*

En la muestra M-1, el periodo de iniciación: 0,03%landnatacimuestra M-1, el periodo de iniciación: 0,03%land se dio a los 33.27 a periodo de iniciación: 0,03%landdio antes de cumplir su vida de iniciación: 0,03%landnes es aprox. 50 air s

Segundo: Debido a que uno de los objetivos fundamentales que nos hemos propuesto es el estudio del avance del frente de carbonatación y la profundidad que eventualmente alcance, nos interesa estudiar estructuras con una edad prolongada en las cuales el fenómeno debiera encontrarse relativamente avanzado. Para ello procederemos a analizar la estructura, basándonos en una preestimación sacada a partir de la fórmula de Hamada.

En nuestro procedimiento utilizaremos el método definido por la norma RILEM CPC-18. Sin embargo, como la velocidad de avance del frente de carbonatación depende de muchas variables, es necesario, además, determinar con precisión datos tales como el tipo de cemento utilizado, la resistencia a la compresión del hormigón y la edad de la estructura.

Prueba de la fenolftaleína

La solución de fenolftaleína al 1% es una prueba general que se le hace al hormigón para saber si está carbonatado. La fenolftaleína es un indicador de alcalinidad. Al aplicarlo con un spray o con pincel, el hormigón que protege a las armaduras toma una coloración rosa, en caso contrario el hormigón no toma color alguno. Con esta prueba se determina si el PH del hormigón ha descendido y ya no protege las armaduras de acero



Fuente: propia, (2017)

Tabla 9. Calificación del riesgo de corrosión por factores de estructura

Parámetros		Calificación			
		Despreciable	Bajo	Moderado	Alto
		1	2	3	6
Periodo de Iniciación por Carbonatación	Cemento Aluminoso	≥ 55 años	< 55-35 años	< 35-15 años	< 15 años
	Cemento Portland	≥ 70 años	< 70-50 Años	< 50-30 Años	< 30 años
Contenido de	Hormigón Armado	≤ 0.05%	>0.05-0.09%	>0.09-0.12%	> 0.12%
Cloruros	Hormigón Pretensado	≤ 0.03%	>0.03-0.06%	>0.06-0.10%	> 0.10%

Fuente: Guía para la Inspección y Evaluación Preliminar de estructuras de hormigón en edificios existentes Instituto Valenciano de la Edificación

3.3.3.2. Profundidad del frente carbonatado

Formula de Hamada

Relación a /c	$w=a/c$	
Constante k	$k = \frac{0.3(1.15 + 3w)}{(w - 0.25)}$	años/cm ²
Valor de R	$R = r_c r_a r_s$ $R=1 \times 1 \times 1=1$	
Factor K	$K = \sqrt{R^2/k}$	cm/raíz años
Prof. De Carbonatación:	$X = K\sqrt{t}$	cm
Tiempo	t = tempo	años

ra, ra, rs, se obtienen de las siguientes tablas:

Tipos de Cemento	Cemento Portland		Cemento Siderúrgico		Cemento puzolánico	Cemento con ceniza volcánica (20%)
	Corriente	Alta Resistencia	30-40% Escoria	60% Escoria		
r _c	1.0	0.6	1.4	2.2	1.7	1.9

Tipos de agregados	Arena de río, grava de río.	Arena de río, grava de pumicita	Arena de pumicita, grava de pumicita	Ceniza volcánica (fina, gruesa)
Ra	1.0	1.2	2.9	3.3

Terminación	Plana	AEA	Agente
Superficial		(incorporador de aire)	Dispersante
r _s	1.0	0.6	0.4

Tabla N°3: Valores de las constantes r_c , r_a ,r_s utilizadas en la formula de Hamada.

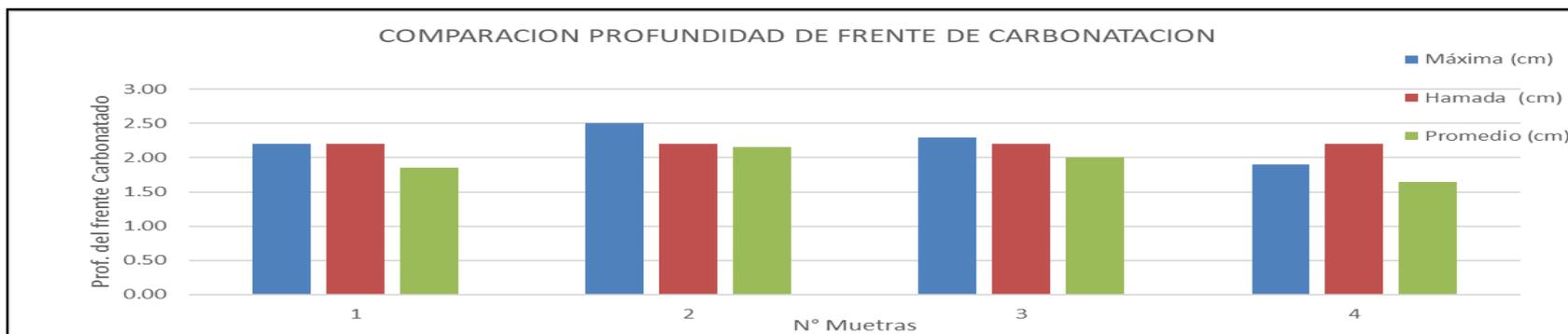
Fuente: Formula internacional de Hamada, (1968)

Tabla 10. Comparación de Profundidades de Carbonatación medidas en terreno y la predicha por la fórmula de Hamada

Muestra	Ubicación	PROF. CARBONATACION (ENSAYO PROF. CARBONATACION)				PROF. CARBONATACION (FORMULA HAMADA)				
		Edad- t (años)	Mínima (cm)	Máxima (cm)	Promedio (cm)	$w = a/c$	k (años/cm ²)	K(cm/raíz años)	\sqrt{t} (raíz años)	Prof. Carbonatación (cm)
										$X = K\sqrt{t}$
1	Columna - Aula 1	35	1.50	2.20	1.85	0.60	7.22	0.372	5.916	2.20
2	Columna - Aula 2	35	1.80	2.50	2.15	0.60	7.22	0.372	5.916	2.20
3	Columna - Aula 3	35	1.70	2.30	2.00	0.60	7.22	0.372	5.916	2.20
4	Columna - Aula 4	35	1.40	1.90	1.65	0.60	7.22	0.372	5.916	2.20

Fuente: Elaboración propia, (2017)

Figura 14. Comparación profundidad del frente de carbonatación



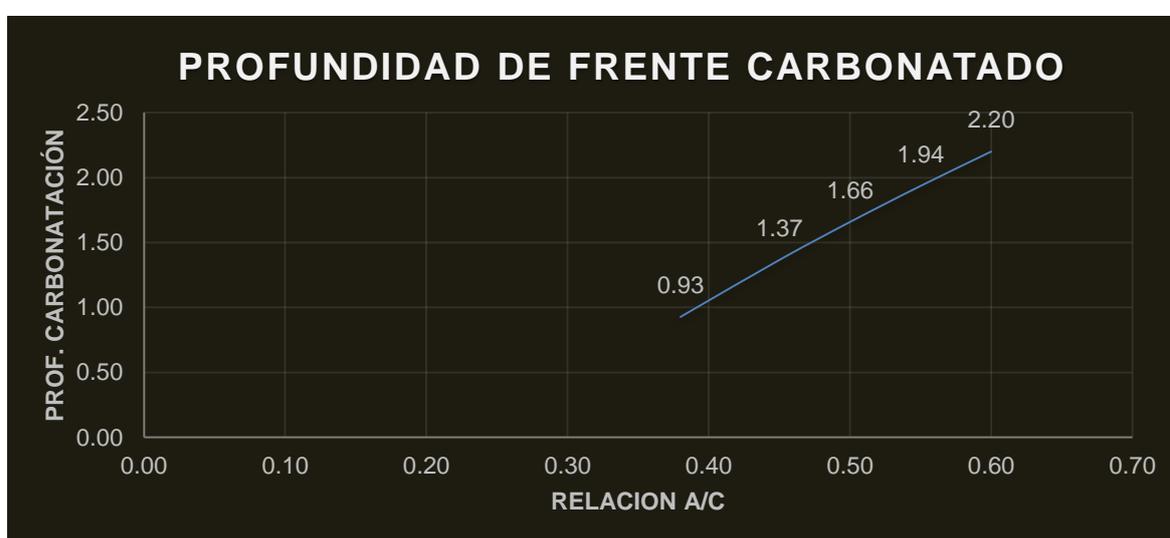
Nota: Del gráfico se puede indicar que la profundidad de carbonatación real medidas mediante ensayo, en las muestras 2 y 3, están muy cerca a las que se calculan utilizando la Fórmula de Hamada.

Tabla 11. Carbonatación formula Hamada - relación A/C

PROF. CARBONATACION (FORMULA HAMADA) VS RELACION a/c				
$w = a/c$	k (años/cm ²)	K(cm/raiz años)	\sqrt{t} raiz años	Prof. Carbonatación (cm)
				$X = K\sqrt{t}$
0.38	40.65	0.157	5.916	0.93
0.45	18.75	0.231	5.916	1.37
0.50	12.72	0.280	5.916	1.66
0.55	9.33	0.327	5.916	1.94
0.60	7.22	0.372	5.916	2.20

Fuente: Elaboración propia, (2017)

Figura 15. Profundidad del frente carbonatado en relación A/C



Fuente: Elaboración propia, (2017)

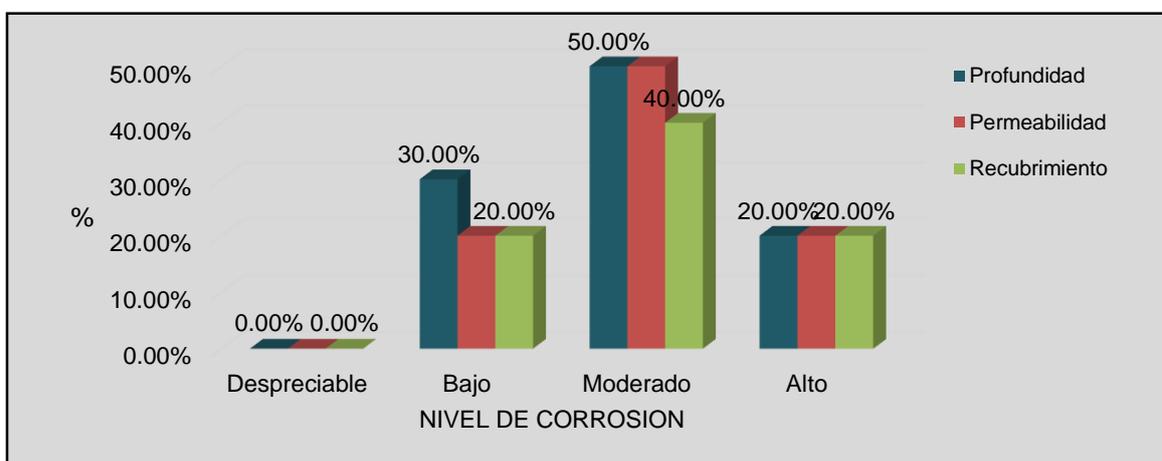
De la Tabla 10 y figura 13, podemos ver que a mayor relación a/c, mayor profundidad de frente carbonatado, lo que comprueba la relación que existente entre ambas variables, recomendándose utilizar en nuestros diseños un valor a/c de 0.38 para así tener en el futuro una profundidad de carbonatación mínimo, y así proyectar la vida útil de las estructuras de concreto armado.

Tabla 12. Nivel de corrosión en relación a la carbonatación

NIVEL DE CORROSION	CARBONATACION					
	Profundidad		Permeabilidad		Recubrimiento	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Despreciable	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Bajo	3	30.00%	2	20.00%	2	20.00%
Moderado	5	50.00%	5	50.00%	4	40.00%
Alto	2	20.00%	2	20.00%	2	20.00%
TOTALES	10	100.00%	9	90.00%	8	80.00%

Fuente: Recogida a través de la observación de todas las aulas que presenta influencia por carbonatación.

Figura 16. Influencia de la carbonatación



Interpretación:

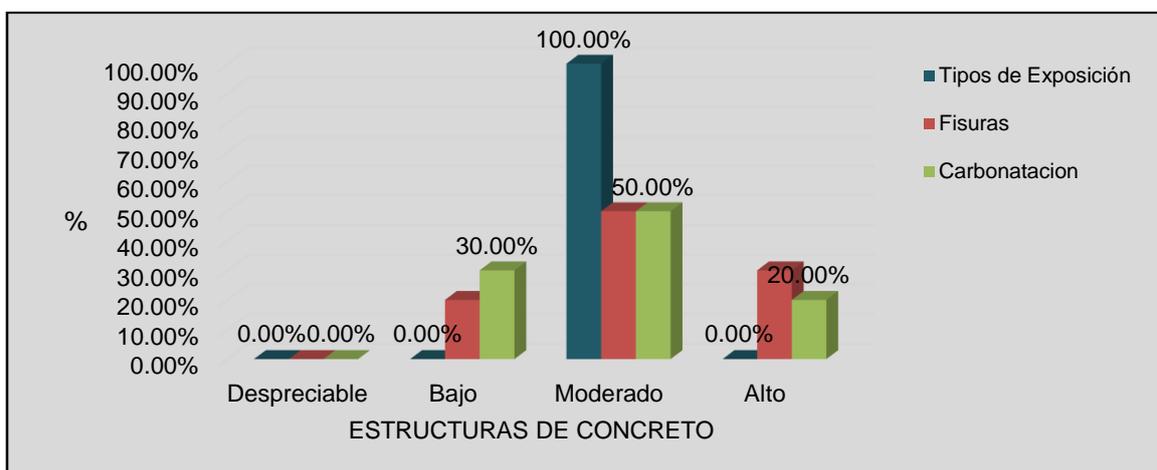
En la tabla 11 y figura 14, se presenta la Influencia de la carbonatación en la estructura, donde se puede apreciar los siguientes resultados; la carbonatación influyó en un nivel moderado en 50% en las estructuras de concreto, así mismo la permeabilidad influye en un nivel moderado de 50% en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de San Martín.

Tabla 13. Evaluación de la corrosión del acero corrugado en la estructura de concreto

ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	CORROSION DEL ACERO					
	Tipos de Exposición		Fisuras		Carbonatación	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Despreciable	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Bajo	0	0.00%	2	20.00%	3	30.00%
Moderado	10	100.00%	5	50.00%	5	50.00%
Alto	0	0.00%	3	30.00%	2	20.00%
TOTALES	10	100.00%	10	100.00%	10	100.00%

Fuente: Elaboración propia, (2017)

Figura 17. Nivel de la influencia de la corrosión en la estructura de estructuras de concreto



Fuente: Elaboración propia, (2017)

Interpretación: En la tabla 12 y figura 15, se presenta los alcances de la estructura por dimensiones, donde se pueden apreciar los siguientes Resultados; los Tipos de exposición Ambiental influyeron en un nivel moderado en el estructura de Estructuras, así mismo las fisuras en un nivel moderado en 50%, la carbonatación influyó en un nivel moderado con 50% en el estructura de Estructuras, Estos resultados que evidencian que la corrosión del acero corrugado influyó en un nivel moderado en las estructura en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de San Martín.

IV. DISCUSIÓN

- ❖ En relación a los antecedentes Internacionales encontramos a Martínez Culebro (2004) en la CD. OBREGÓN, SONORA México, quien indica que se determinó que los “Problemas patológicos derivados de la corrosión del acero de refuerzo influyen en las estructuras de concreto”. El cual tiene por objetivo principal Realizar el diagnóstico a un edificio de concreto armado concluyendo que es de suma importancia llevar a cabo las reparaciones correspondientes a la edificación el cual muestra un alto grado de corrosión en el ala oeste siendo éstas las más dañadas de todas y no tienen reparación ya que las condiciones ambientales a la cual se encuentra expuesta la estructura influye en un nivel de corrosión alto.

De la misma manera en este apartado vamos a tener en cuenta las condiciones ambientales que influyen significativamente en la estructura de concreto de nuestra zona de estudio, identificando aquellos factores asociados al deterioro de estructura por corrosión del acero de refuerzo, de forma puntual al inicio de la inspección. Luego de haber inspeccionado la estructura, ver (tabla 4), las condiciones ambientales en Lima corresponde a una atmosfera Urbana, con humedad relativa promedio 88% (Senamhi), donde concluimos que la humedad relativa afecta a la estructura siempre y cuando, La distribución de la humedad en una estructura de concreto está determinada por la composición del concreto, el curado y el microclima en las diferentes partes de la estructura. Las diferencias en las condiciones de humedad entre el sistema de poros y el microclima circundante causarán un flujo de humedad hacia adentro y fuera de la superficie de concreto y en la profundidad de la estructura. El perfil de la humedad a largo plazo en una estructura de concreto expuesta a condiciones húmedas en un lado puede ser acentuado cerca de la superficie seca, dependiendo de la calidad del concreto, por lo tanto, la velocidad de la corrosión será moderada de acuerdo a la tabla 4 (ACI Colombia).

Los procesos de corrosión en estructura de concreto armado no solo dependen de las características de sus materiales componentes, sino que se ven directamente afectados por el medio ambiente circundante. Hay que hacer hincapié en que son las condiciones en el entorno directo, a corta distancia e incluso a muy corta (microclima), y no las condiciones atmosféricas (macroclima), las que mayores influencias ejercen sobre la durabilidad.

- ❖ Los antecedentes encontrados están en relación con el objeto de estudio a nivel internacional y estos son: Guzmán Gonzales (2008), del Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad Oaxaca de Juárez México. El autor formula la siguiente conclusión: Define el estudio del efecto del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo a corto y largo plazo. Llegando a concluir que la presencia del concreto tiene efecto en la corrosión del acero cuando la relación a/c es de 0.3 y 0.4, sin embargo, en concreto con relación a/c de 0.5 y 0.6 ya no se observa este efecto. Finalmente, las fisuras en el hormigón, son roturas que aparecen generalmente en la superficie del mismo, debido a la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia.

En nuestro caso la evaluación de las variables de estudio, se determina que existe relación entre las fisuras y el deterioro de estructuras. Según, los resultados obtenidos, ver (tabla 12), se verifica el tipo de grieta o fisura en la forma que se presenta midiéndola con un instrumento (Elcometer), teniendo en cuenta parámetros internacionales como son la Guía para la Inspección y Evaluación Preliminar de estructuras de hormigón en edificios existentes, Instituto Valenciano - España.

Las fisuras o grietas, se pueden confundirse por su trayectoria con las de compresión en pilares, se manifiestan con dirección longitudinal siguiendo las barras o marcando estribos. Su ancho puede llegar a ser apreciable, e incluso hacer perder el recubrimiento a la pieza. Su origen está en el estallido de la zona de hormigón próximo a la armadura ante los aumentos de volumen que supone la presencia de óxido. Para distinguirlas en fase incipiente, no hay más remedio que descubrir la armadura y observar su estado superficial.

- ❖ El autor, (Santiago Hurtado) en su tesis “Determinación del Nivel de corrosión y perfil de carbonatación en vigas de concreto reforzado con 3 años de exposición al medio ambiente” llevara a cabo un análisis de los potenciales de corrosión de la velocidad de corrosión durante el tiempo de análisis, que para este caso son tres años, determinara el avance de carbonatación y el tiempo necesario para

que esta haga contacto con el acero de refuerzo y concluye que no es necesaria una inversión mayor en materiales para la reparación de estructuras de concreto que la requerida por los materiales más utilizados en la construcción y que una vez más demuestran su eficacia; el cemento y el acero.

Sin embargo, de acuerdo a nuestros datos obtenidos de la evaluación de las variables de estudio, se determina que existe relación entre la carbonatación y la estructura de concreto, ver (tabla 9 y figura 12), donde se verifica el periodo de iniciación de la carbonatación en la estructura, medida a través de una formula Internacional utilizada en la Guía para la Inspección y Evaluación Preliminar de estructuras de hormigón en edificios existentes, Instituto Valenciano - España. Verificando que el periodo de iniciación de carbonation se dio antes de cumplir su vida útil y la profundidad del frente carbonatado en relación con la permeabilidad y la disminución del recubrimiento es determinante en el proceso de carbonation siempre y cuando no se tenga un control adecuado en el diseño y la colocación del concreto.

La carbonatación en el concreto es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio con alto pH a carbonato de calcio, que tiene un pH más neutral. Finalmente, un concreto bien diseñado y preparado adecuadamente no debería repercutir ante el problema de carbonatación.

- ❖ Los antecedentes encontrados están en relación con el objeto de estudio a nivel internacional y estos son: Cerna Vásquez (2010), concluye que los costos asociados a la corrosión son importantes y muy elevados en comparación con los Estados Unidos, en el Perú se gasta por mantenimiento anticorrosivo un 8% de nuestro PBN, y en los Estados Unidos un 4% de su PBN.

Los datos obtenidos de la evaluación de las variables de estudio, se determina que existe relación entre ambas variables la corrosión del acero corrugado y las estructuras de concreto. Donde se presenta los alcances del deterioro de estructuras, apreciando lo siguiente; los factores desencadenantes como son

las condiciones ambientales, las fisuras, la carbonatación influyen significativamente en el proceso de corrosión del acero de refuerzo.

Finalmente, se considera que esta investigación es un aporte que permitirá contribuir a futuras investigaciones y nuevos métodos de abordaje para el desarrollo de la enseñanza científica, que constituye herramientas esenciales para el desarrollo del conocimiento de investigación en estudiantes de Ingeniería civil en la Universidad Cesar Vallejo, 2018.

V. CONCLUSIONES

- ❖ Se evaluaron las condiciones ambientales que afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga. Las condiciones ambientales afectan las estructuras de concreto a través de la humedad relativa. Siendo factor influyente en medio urbano con un % humedad relativa de 88% en promedio y contenido de $\text{CO}_2 \leq 0.3\%$. Es por esta razón el concreto debe ser diseñado con los requerimientos específicos de servicio para cada estructura de acuerdo al sitio en que sea construida. El RNE E- 060 no incluye disposiciones para las condiciones de exposición especialmente severas, tales como la exposición a ácidos o a altas temperaturas, ni cubre condiciones estéticas tales como el acabado de las superficies del concreto.
- ❖ Se analizaron las fisuras y grietas que afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga, siendo un factor desencadenado directo por efecto de la corrosión por los agentes agresivos que se encuentran expuestos en el ambiente, las fisuras se producen por diferentes factores como son las sobrecargas, mal diseño; facilitando el ingreso de los agentes agresivos los cuales deterioran la capa pasiva del elemento, oxidando el hierro de su composición y generando la corrosión del acero.
- ❖ Se estudió la carbonatación que afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga. Se pudo concluir que la carbonatación reduce el Ph del concreto volviéndolo más ácido, perdiendo su alcalinidad, por su alta permeabilidad. Las relaciones altas de agua/cemento se debe a un mal diseño de mezcla, una mala compactación, falta de curado. Todas estas prácticas aumentan la permeabilidad del concreto y lo hacen más fácil para que el dióxido de carbono se difunda a través de él.
- ❖ Se determinó cómo las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado. De esta manera se concluye que las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero en cuanto a su durabilidad y reduciendo su vida útil, esto genera altos costos en su reparación para que siga en servicio.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ El Ministerio de Educación – MINEDU, mediante la PRONIED. “Programa Nacional de Infraestructura Educativa”, a través de sus proyectos que hoy están a cargo de la Dirección General Infraestructura Educativa – DIGEIE. Debe asesorar técnicamente al ente encargado del mantenimiento respecto a la correcta reparación y mantenimiento de los elementos estructurales. Estas condiciones, que están fuera del alcance de esta Norma, deberán estar cubiertas de manera particular en las especificaciones del proyecto. Para asegurar la durabilidad de la estructura y proyectar su vida útil.

- ❖ La Institución “Educativa Niño Jesús de Praga” a través de su Director de Escuela, debe promover capacitaciones sobre cómo llevar a cabo un correcto mantenimiento de estructuras por corrosión del acero corrugado. Teniendo en cuenta los problemas que se presentan como son fisuras por corrosión, con la finalidad de prevenir daños estructurales y sobre costos en reparaciones.

- ❖ Los proyectistas deben especificar mecanismos de protección para prevenir daños por carbonatación teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en el RNE (E- 050, E-060).

- ❖ Es importante que la organización directamente encargada de llevar a cabo las inspecciones de seguridad en planteles educativos, verdaderamente los lleven a cabo de la manera correcta, y no olviden que un edificio tiene una vida útil siempre y cuando se le den sus servicios periódicos de mantenimiento como son la impermeabilización y pintura de la estructura de concreto armado. Además, se recomienda hacer una evaluación estructural preventiva para asegurar la durabilidad de su vida útil.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

M Cardona, Conrad. *PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.*

Marín Martínez, Víctor. 2012. *Deterioro del concreto armado.* 2012.

Nolasco Cano, Walter Carlos y Palmisano Patron, Antonio Stefano. 2015. *"Diseño de un plan de recubrimiento con pintura industrial y mantenimiento para disminuir la corrosión en tanques de combustible diesel para centrales termoelectricas".* Lima - Peru : Universidad Nacional del Callao, 2015.

ASTM. *La corrosión del acero.*

Borja Suárez, Manuel . 2012. *Metodología de la investigación científica.* Chiclayo : santander, 2012. 0012.

Cerna Vasquez, Marco y Galicia Guarniz, Willian. 2010. *"Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material".* Trujillo - Peru : Universidad Privada Antenor Orrego, 2010.

Cuesta fernandez, luis francisco. 2009. *ANALISIS DEL FENOMENO DE LA corrosión.* España : s.n., 2009.

Gonzales Fernandez, Jose a. 1989. *Control de la corrosión: estudio y medida por técnicas electroquímicas.* Madrid : s.n., 1989.

Gonzales Fernandez, Jose A. 1989. *Control de la corrosión: estudio y medida por técnicas electroquímicas.* Madrid : s.n., 1989.

Gonzales, Manuel. 1998, p.5.. 1998, p.5.

Guerra Carvalho, Claver Hugo. 2014. *"ESTUDIO DE LA CORROSIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE DOS TIPOS DE ACERO DE BAJO CARBONO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES PETROLERAS CERCANAS AL MAR EN EL NOR OESTE DEL PERÚ".* Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.

Guzman Gonzales, Omar. 2008. *"Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo".* Oaxaca de Juarez – México : Universidad Veracruzana, 2008.

LA PATOLOGÍA DEL CONCRETO. **Fernández Cánovas, Manuel.**

Martínez Culebro, Gabriel Antonio. 2004. *Problemas patológicos derivados de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto.* Mexico : s.n., 2004.

Poblano salas, Carlos Agustin. 2000. *Sistema de proteccion contra la corrosion en puentes.* Instituto mexicano de transporte : Sanfandila, 2000.

Sanchez de Guzman, Diego. 2002. *Durabilidad y patologia del concreto.* Colombia : s.n., 2002.

— **2006.** *Durabilidad y patologia del concreto.* Primera ed. Bogota : Asocreto, 2006. ISBN: 958-96709-7-0.

— **2006.** *Durabilidad y Patologia del Concreto.* Colombia : s.n., 2006.

Sanchez De Guzman, Diego. 2006. *Durabilidad y Patologia del concreto.* 1a ed. Bogota : Asocreto, 2006. ISBN: 958-96709-7-0.

Santiago Hurtado, Griselda. 2010. *"Determinacion del nivel de corrosion y perfil de carbonatacion en vigas de concreto reforzado con tres años de exposicion al medio ambiente".* Xalapa - Mexico : Universidad Veracruzana, 2010.

Valderrama Mendoza , Santiago Rufo . 2013. *Metodologia de la investigacion cientifica.* Lima : San Marcos E.I.R.L, 2013.

Valderrama Mendoza , Santiago Rufo. 2013. *Metodologia de la investigacion.* Lima : San Marcos E.I.R.L, 2013.

— **2003.** *Metodologia de la Investigación.* 2003.

VIII. ANEXOS

8.1. Matriz de consistencia

Tabla 14. Matriz de consistencia

 “ Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017”						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general ¿Cómo las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017	Objetivo general Determinar cómo las estructuras de concreto se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017	Hipótesis general Las estructuras de concreto armado se ven afectadas por la corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017	V1: Estructuras de concreto	D1: Diseño estructural adecuado	I1: Forma I2: Armaduras I3: Normas	Método: Deductivo
				D2: Materiales	I1: Concreto I2: Acero de refuerzo I3: Productos de protección	Tipo: Aplicada
				D3: Practicas constructivas	I1: Mano de obra I2: Control de calidad I3: Procesos constructivos	Enfoque: Cuantitativo Nivel: Correlacional
Problemas específicos ¿De qué manera las condiciones ambientales afectan en la las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017? ¿De qué manera las fisuras afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017? ¿De qué manera la carbonatación afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017?	Objetivos específicos Evaluar las Condiciones ambientales que afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017 Analizar las fisuras que afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017. Estudiar la carbonatación que afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017	Hipótesis específicos Las condiciones ambientales afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017. Las fisuras afectan a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017. La carbonatación afecta a las estructuras de concreto de la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017.	V2: Corrosión del acero corrugado	D1: Condiciones ambiental	I1: Humedad relativa I2: Presión I3: Temperatura	Diseño: No experimental.
				D2: Fisuras	I1: Fisuras longitudinales I2: Fisuras transversales I3: Fisuras mixtas	Población: Todos los colegios: del Distrito de los Olivos 50 Muestra: 4 aulas
				D3: Carbonatación	I1: Permeabilidad del concreto I2: Profundidad del frente carbonatado I3: Disminución del recubrimiento	Muestreo: No probabilístico del tipo intencional

8.2. Validación de instrumento

 FICHA DE ANTECEDENTES DE LA ESTRUCTURA		N° 01
ESTUDIO: Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado		
UBICACIÓN: Mz. "B" lote "13" Urb. Los Libertadores S.M.P		
FECHA: 2017		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA		
Tipo de obra:	Escuela Inicial Publica	
Tipo de estructura:	Concreto reforzado	
DATOS ESPECIFICOS DE LA ESTRUCTURA		
Características del concreto:	Tipo de cemento	No disponible
	Calidad de los agregados	No disponible
	Calidad del acero	No disponible
	Reglamento usado	No disponible
	Concreto fabricado en	No disponible
Características del acero de refuerzo:	Resistencia a la fluencia	4200kg/cm ²
	Grado	60°
Detalles constructivos		Planos
Arquitectura		No disponible
Estructura		No disponible
Instalaciones Sanitarias, Eléctricas		No disponible
DATOS DE SU VIDA DE SERVICIO		
Edad de la estructura:	30 años	
Mantenimiento dado:	Pintura, impermeabilización	
Reparaciones previas:	Algunas reparaciones con morteros, el cual se desprende por la corrosión del acero.	
DATOS DEL MEDIO		
Tipo de suelo		
Tipo de atmosfera		
Temperatura ambiente	18°	
Humedad relativa	87 %	
Agentes agresivos	Cloruros y sulfatos	
----- Firma del evaluador		

Fuente: Elaboración propia, (2017)



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

N° 02

Proyecto : "Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017"
Autor : Juan Francisco, Marchena Córdova
Variable 1 : Estructuras de concreto

INFORMACION GENERAL									
Ubicación: Mz. "B" Lote 13 – Los Libertadores									
Región: Lima		Provincia: Lima		Distrito: S.M.P					
Altitud: 123 msnm		Latitud: -11,9816		Longitud: -77,0969					
DISEÑO ESTRUCTURAL ADECUADO									
Respuesta	Excelente	5	Regular	3	Marca (x)		Punt.		
	Buena	4	Mala	2					
Dimensión 1	Indicadores			1	2	3	4	5	1.00
Diseño y calculo	Forma								
	Armadura								
	Normas								
CALIDAD MATERIALES									
Dimensión 2	Indicadores			Marca (x)					Punt.
				1	2	3	4	5	
Calidad de los materiales	Concreto								1.00
	Acero de refuerzo								
	Productos de protección								
PRACTICAS CONSTRUCTIVAS									
Dimensión 3	Indicadores			Marca (x)					Punt.
				1	2	3	4	5	
Practicas constructivas	Mano de obra								1.00
	Control de calidad								
	Procesos constructivos								
Apellidos y nombres:									
Profesión:									
Registro CIP N°:									
Email:									
Teléfono:									
----- Firma del evaluador									

Fuente: Elaboración propia, (2017)



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

N°03

Proyecto : "Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017"
Autor : Juan Francisco, Marchena Córdova
Variable 2 : Corrosión del acero corrugado

INFORMACION GENERAL

Ubicación: Mz. "B" Lote 13 – Los Libertadores		
Región: Lima	Provincia: Lima	Distrito: S.M.P
Altitud: 123 msnm	Latitud: -11,9816	Longitud: -77,0969

CONDICIONES AMBIENTALES

RESPUESTA	Despreciable	1	Moderado	6	Marca (x)				Punt.
	Bajo	3	Alto	9	1	3	6	9	
Dimensión	Indicadores								
Condiciones ambientales	Humedad relativa								1.00
	Presión								
	Temperatura								

FISURAS POR CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

Dimensión	Indicadores	Marca (x)				Punt.
		1	3	6	9	
Fisuras	Fisuras y grietas longitudinales					0.73
	Fisuras y grietas transversales					
	Fisuras y grietas mixtas					

CARBONATACION POR CORROSION DEL ACERO DE REFUERZO

Dimensión	Indicadores	Marca (x)				Punt.
		1	3	6	9	
Carbonatación	Permeabilidad del concreto					0.90
	Profundidad del frente de carbonatación					
	Disminución del recubrimiento					

Apellidos y nombres:

Profesión:

Registro CIP N°:

Email:

Teléfono:

Firma del evaluador

Fuente: Elaboración propia, (2017)

Tabla 15. Cuadro de validación de instrumento

 VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO Proyecto: "Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de SMP 2017" Autor: Juan Francisco Marchena Córdova								
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	SEGÚN OSEDA (2011) VALORACION					
			Validez nula 0,53 a menos	Validez baja 0,53 a 0,59	Valida 0,60 a 0,65	Muy valida 0,66 a 0,71	Excelente v. 0,72 a 0,99	V. perfecta 1,0
			CRITERIOS DE EVALUACION			Experto 1	Experto 2	Experto 3
V1: Estructura de concreto armado	D1: Diseño estructural adecuado	I1: Forma I2: Armaduras I3: Normas	1			1		
	D2: Materiales	I1: Concreto I2: Acero de refuerzo I3: Productos de protección	1			1		
	D3: Practicas constructivas	I1: Mano de obra I2: Control de calidad I3: Procesos constructivos	0.60			0.60	1	
V2: Corrosion del acero corrugado	D1: Condiciones ambientales	I1: Humedad relativa I2: Presión I3: Temperatura	0.70			1	1	
	D2: Fisuras	I1: Fisuras longitudinales I2: Fisuras transversales I3: Fisuras mixtas	1			1	1	
	D3: Carbonatación	I1: Permeabilidad del concreto I2: Profundidad del frente carbonatado I3: Disminución del recubrimiento	1			1	1	
TOTAL			1.70			5.60	6	
			0.88			0.93	1.00	
			\bar{x}			0.94		

Fuente: Elaboración propia, (2017)



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Proyecto: “Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga Distrito de S.M.P. 2017”

Autor: Juan Francisco, Marchena Córdova

Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos

Validador 1

ING: Luzmila Jessica, Castillo Quispe
DNI: 10411097
CIP N°: 103882

Validador 2

ING: Luis Rufino, Delgado Villar
DNI: 21487297
CIP N°: 46761

Validador 3

ING: Carlos Manuel, Segura Pérez
DNI: 08800684
CIP N°: 32385



SOLICITUD DE AUTORIZACION

Setiembre del 2016

I.E. NIÑO JESUS DE PRAGA

Estimada y Distinguida Directora: Salome, Hinostroza Atahualpa

Me place extenderle un cordial saludo, en ocasión de solicitarle que como estudiante Ingeniería Civil de la **Universidad Cesar Vallejo**, alumno: Juan Francisco, Marchena Córdova pueda tener el debido permiso de usted para realizar el Proyecto de Tesis en su prestigiosa Institución Educativa **“Niño Jesús de Praga”** y acceso a la misma con fines de obtener información que le permitan desarrollar mi proyecto de trabajo de grado o fin de carrera.

Dado que, como estudiante he decidido visitar sus instalaciones para obtener información que me permita completar mi Proyecto de Grado sobre el tema de investigación relacionado **“Estructuras y corrosión del acero corrugado”**. En adicción considero oportuno para su Institución, la sociedad y ellos que se realice mi proyecto de tesis en la misma, y cuyo proyecto de tesis contribuya e impacte en dicha Institución positivamente.

Saludos cordiales y a tiempo de agradecerle su atención a esta solicitud, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi más alta consideración y estima, y mi apoyo como Investigador.

Atentamente

J. Francisco, Marchena Córdova

8.3. Panel fotográfico

Figura 18. Grietas longitudinales



Fuente: propia, (2017)

Nota: Vista frontal del muro, se aprecia las grietas por expansión del acero 2 a 4 veces su tamaño real y las pérdidas de sus propiedades.

Figura 19. Falta de recubrimiento de la columna



Fuente: propia, (2017)

Nota: Se muestra la oxidación de la barra dentro del elemento, no recuperable

Figura 20. Profundidad de la carbonatación



Fuente: propia, (2017)

Nota: Vista del fondo de techo, profundidad del frente carbonatado

Figura 21. Oxidación de la barra



Fuente: propia, (2017)

Nota: Se muestra la oxidación de la barra dentro del elemento, no recuperable

8.4. Ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : Juan Francisco Marchena Cordova
Asunto : Ensayo para determinar la profundidad de carbonatación en el concreto.
Expediente N° : 17-2720
Recibo N° : 56790
Fecha de emisión : 15/08/2017

1.0. DE LA MUESTRA : Una (01) muestra de concreto en forma triangular irregular, que tienen una cara libre y otra cubierta con mortero (ver foto adjunta), la muestra fue proporcionada e identificada por el peticionario.



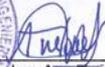
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia: UNE 112011.
3.0. EQUIPO UTILIZADO : Vernier No. 1, con certificado de calibración L - 0427 - 2017.
4.0. MATERIAL UTILIZADO : Fenolftaleína (Indicador de PH).
5.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo: 04/08/2017

Identificación	Tipo de medida*	Profundidad de carbonatación d_x (mm)			Observaciones (Ver anexo 1)	Area superficial de la muestra de concreto
		Mínima	Máxima	Promedio		
MUESTRAS DE CONCRETO	C	19.1	20.9	20	Penetración irregular	zona carbonatada

* Observar Anexo 1 para la interpretación de las medidas.
 ** Solo se observo Penetración irregular.

6.0. OBSERVACIONES :
 La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.
 Técnico : Sr. P.S.M.



Ms/ Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





ANEXO 1

Expediente N° : 17 -2720

Esquema de visualización

Figura 1 ; Indicadores del tipo de medidas tomadas, se pueden dar los casos A, B, C y D, dependiendo de la ubicación pueden ocurrir uno de ellos o la combinación.

- Zona incolora : El proceso de carbonatación ha afectado al concreto, pH menor a 8.5
- Zona Rosa : El proceso de carbonatación esta iniciando, pH entre 8.5 y 9.5
- Zona rojo-púrpú : Proceso de carbonatación todavla no afecta al concreto, pH mayor a 9.5

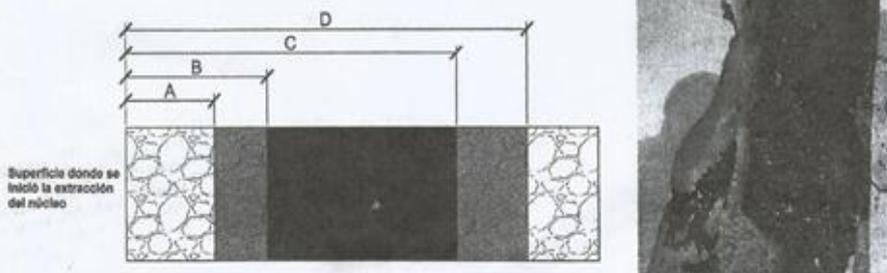


Figura 2 ; Indicadores del tipo de penetración de carbonatación observado en la muestra tomada. (d_c)

- Penetración regular : No hay diferencias significativas en el plano de profundidad, solo se reportará la profundidad promedio (d_c)
- Penetración Irregular : Existen diferencias marcadas entre dos puntos del plano de profundidad, se reportará la profundidad mínima, máxima y promedio ($d_{c\ min}$, $d_{c\ max}$, d_c)
- Penetración singular : Existe una zona específica donde se observa una discontinuidad en el plano de profundidad, se reportará la profundidad máxima y promedio ($d_{c\ max}$, d_c)



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



LABCENTERSUELOS SAC

RUC. 20408066957

MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO



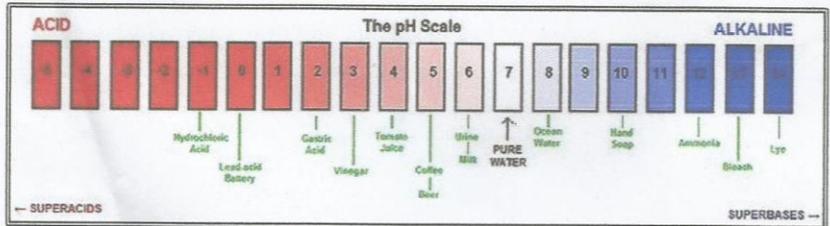
CERTIFICADO : LABC-003-2017/AQC
 SOLICITANTE : JUAN FRANCISCO MARCHENA CORDOVA.
 ESTUDIO : "ENSAYO DE CARBONATAION"
 UBICACIÓN : DSITRITO DE SAN MARTIN DE PORRAS - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
 HECHO POR : RAUL JORGE LEON CAMPOS
 FECHA : 17 DE SETIEMBRE DEL 2,017

ENSAYOS QUIMICOS
 SALES SOLUBLES TOTALES - CLORUROS TOTALES

DATOS DE LA MUESTRA	
Columna :	C - 1
Muestra :	M - 1
Lugar :	I. E. NIÑO JESUS DE PRADA.

DATOS ESTRUCTURA		THE Ph SCALE
COLUMNA C1	Ph	7.0

Observacion : Edad de estructura 35 años.



OBSERVACIONES

MUESTRA DEL AGUA FUE IDENTIFICADO Y PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE.

Raul Jorge Leon Campos
 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TÉCNICO ESPECIALISTA
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

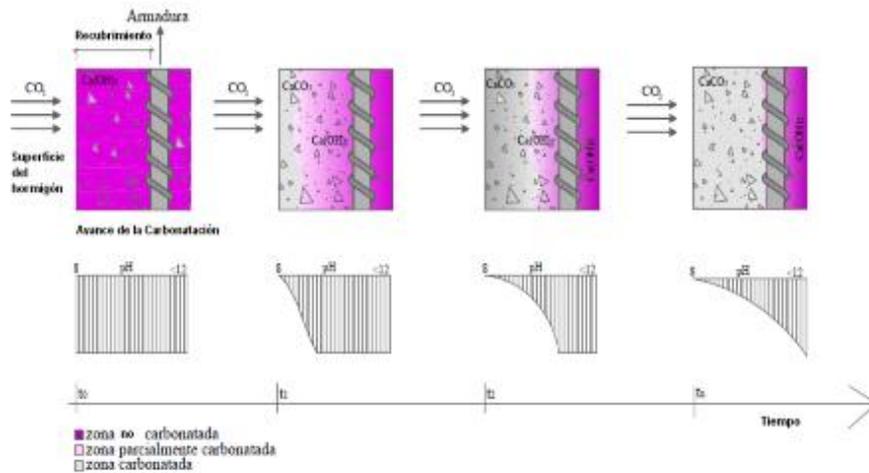
Elías Requena Soto
 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL



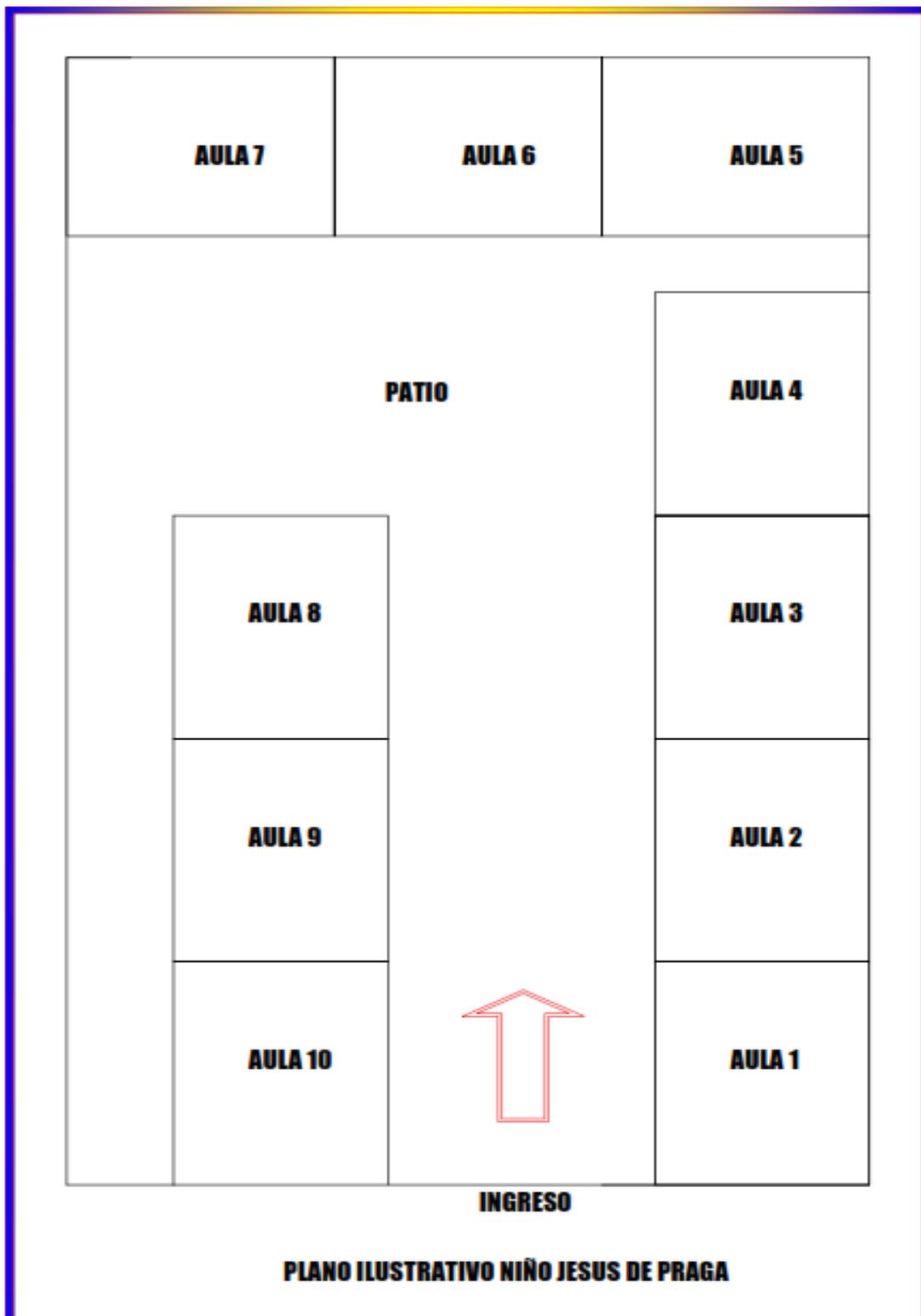
CERTIFICADO : LABC-004-2017/AQC
SOLICITANTE : JUAN FRANCISCO MARCHENA CORDOVA.
ESTUDIO : "ENSAYO DE CARBONATACION"
UBICACIÓN : DSITRITO DE SAN MARTIN DE PORRAS - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : RAUL JORGE LEON CAMPOS
FECHA : 17 DE SETIEMBRE DEL 2,017

CARBONATACION	
NORMA DE REFERENCIA UNE 112011	
DATOS DE LA MUESTRA	
Columna :	C - 1
Muestra :	M - 1
Lugar :	I. E. NIÑO JESUS DE PRADA.

ANEXO 1



OBSERVACIONES
MUESTRA IDENTIFICADO Y PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE



Fuente: Elaboración propia