

**Universidad
Continental**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural

José Luis Simón Blancas

Huancayo, 2017

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Augusto Elías García Corzo

DEDICATORIA

A mi madre, Adriana Blancas Echevarría y demás miembros de mi familia.

A mi asesor, Augusto García Corzo.

A mis amigos en general.

INDICE

PORTADA	i
ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	4
1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	4
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	6
1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2. EL CONCRETO.....	12
2.2.1. CONCRETO HIDRÁULICO.....	12
2.2.2. CLASIFICACIÓN DEL CONCRETO	13
2.2.3. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO.....	14
2.2.4. DISEÑO DE MEZCLA	15
2.2.5. CONCRETO ENDURECIDO.....	15
2.2.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	16
2.2.7. FACTORES QUE AFECTAN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO.....	20
2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	20
2.4. POLÍMEROS	22

2.4.1.	PRODUCCIÓN Y FORMULACIÓN	23
2.4.2.	PROPIEDADES Y USO	24
2.4.3.	ÁREAS DE APLICACIÓN.....	25
2.4.4.	REACCIÓN AL FUEGO	38
2.4.5.	MATERIAS PRIMAS DE LOS POLÍMEROS.....	39
2.4.6.	RELLENOS, PIGMENTOS Y RETARDANTES AL FUEGO	43
2.4.7.	TRATAMIENTO DE POLÍMEROS PARA SU USO	44
2.4.8.	MARCAS Y EMPRESAS QUE SE DEDICAN A LA ELABORACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS.....	47
2.5.	NEXSPRAY	48
2.5.1.	CARACTERÍSTICAS.....	49
2.5.2.	PROPIEDADES.....	49
2.5.3.	DESCRIPCIÓN DEL REACTOR.....	50
2.5.4.	CONSIDERACIONES ESPECIALES.....	50
2.6.	DIVERSOS TIPOS REFORZAMIENTOS USADOS EN EDIFICACIONES.....	51
2.6.1.	DIFERENCIAS ENTRE REFUERZO Y REPARACIÓN.....	51
2.6.2.	TIPOS DE REFUERZO	53
2.6.3.	DISPOSICIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DEL REFUERZO.....	55
2.6.4.	TÉCNICAS DE REFUERZO EXISTENTES	60
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		78
3.1.	METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL ESTUDIO	78
3.1.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.1.2.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	78
3.1.3.	MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	79
3.1.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	80
3.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	83
3.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	83
3.3.1.	ELABORACIÓN DE PROBETAS.....	84
3.3.2.	APLICACIÓN DEL POLÍMERO NEXSPRAY	84
3.3.3.	ENSAYO A COMPRESIÓN	85
3.3.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	85
3.4.	PARTE EXPERIMENTAL.....	86
3.4.1.	ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	86
3.4.2.	APLICACIÓN POLÍMERO NEXSPRAY	88
3.4.3.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS	91
3.4.4.	MEDIDA DEL TIEMPO DESDE LA FALLA HASTA EL COLAPSO TOTAL DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	91

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	93
4.1. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PROBETAS.....	93
4.1.1. MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES	93
4.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	98
4.2.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	98
4.2.2. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN	103
4.2.3. COMPARACIÓN DEL TIEMPO QUE SE TARDA EN COLAPSAR DESPUÉS DE LA FALLA.	104
4.2.4. CURVA CARGA VS TIEMPO	105
4.3. FALLAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS	106
4.3.1. FALLA A COMPRESIÓN DE PROBETAS.....	106
4.4. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS.....	107
4.5. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	111
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
5.1. CONCLUSIONES.....	117
5.2. RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	119

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del concreto según su resistencia a la compresión	13
Tabla 2: Clasificación del concreto según su peso unitario.	14
Tabla 3: Principales Fuentes de Variación de la resistencia en compresión.....	21
Tabla 4: Población bruta.	80
Tabla 5: Población final.	81
Tabla 6: Muestra – ensayo a compresión.	82
Tabla 7: Operacionalización de variables.	83
Tabla 8: Resistencia a la compresión en probetas sin recubrimiento de polímero.	85
Tabla 9: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas sin recubrimiento de polímero. .	86
Tabla 10: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm sin recubrimiento de polímero.	94
Tabla 11: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm con recubrimiento a dos capas de polímero NexSpray.....	95
Tabla 12: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm con recubrimiento a cuatro capas de polímero NexSpray.....	96
Tabla 13: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm con recubrimiento a seis capas de polímero NexSpray.....	97
Tabla 14: Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a dos capas de polímero NexSpray.....	98
Tabla 15: Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a cuatro capas de polímero NexSpray.....	99
Tabla 16: Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a seis capas de polímero NexSpray.....	100
Tabla 17: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a dos capas de polímero NexSpray.....	101
Tabla 18: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a cuatro capas de polímero NexSpray.	102
Tabla 19: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a seis capas de polímero NexSpray.....	103
Tabla 20: Prueba de normalidad de los resultados.....	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esfuerzo – Deformación de cilindro de concreto	8
Figura 2: Esfuerzo – Deformación de concreto sometido a compresión uniaxial.	8
Figura 3: Curvas de esfuerzo-deformación para el concreto con distintas tasas de carga axial de compresión obtenidas por Rüsck H.	9
Figura 4: Curado de especímenes de concreto.	18
Figura 5: Reacción típica de secado de la poliurea.	24
Figura 6: Puente de San Mateo en San Francisco.	27
Figura 7: Construcción típica de un túnel. (a) Sistema de capa de plástico convencional (b) con membrana impermeabilizante de polímero.	29
Figura 8: Aplicación de PUA.	31
Figura 9: Puente Golden Gate.	32
Figura 10: Polímero en planta de tratamiento de agua residual.	36
Figura 11: Aplicación de la amina	41
Figura 12: Equipo personal de protección para la aplicación de polímero.	47
Figura 13: Efecto sobre la capacidad de la intervención de protección en función del Tiempo.	52
Figura 14: Efecto sobre la capacidad de la intervención de reparación en función del tiempo.	52
Figura 15: Efecto sobre la capacidad de la intervención de refuerzo en función del tiempo.	53
Figura 16: Hipótesis de cálculo a flexión.....	53
Figura 17: Rotura por despegue y curvas cortante-flecha de vigas reforzadas a flexión.	54
Figura 18: Ejemplo de resultados del refuerzo a cortante (curvas cortante-deformación) y forma de rotura.	54
Figura 19: Esquema gráfico con algunos ejemplos dentro de cada grupo de refuerzo.	58
Figura 20: Ejemplo de refuerzo activo. Viga a reforzar (a) y cargada y deformada (b). Refuerzo mediante pretensado a la derecha.	60
Figura 21: Sección transversal en planta y alzado del recrecido de un pilar.	61
Figura 22: Sección transversal de los posibles métodos de recrecido de una viga.	62
Figura 23: Ejemplos de ferrallado del refuerzo de columnas de edificación.	64
Figura 24: Secuencia de la ejecución del refuerzo de un pilar con la técnica de concreto proyectado.	65
Figura 25: Refuerzo de columnas de edificación con angulares y presillas.	68
Figura 26: Vista en alzado y sección del refuerzo de un pilar con angulares metálicos. En el detalle de la derecha se observa cómo cuando el refuerzo debe continuarse hasta la cimentación, cada tramo debe transmitir sus cargas al siguiente por medio de chapas de continuidad.	69
Figura 27: Diferentes tipologías del refuerzo con angulares metálicos de vigas. a) y c) refuerzo a flexión con disposición en paralelo de perfiles U o C soldados y atornillados a la viga con pasadores b) y d) refuerzos combinados a flexión y cortante.	70
Figura 28: Sección de una columna reforzada con un encamisado metálico cilíndrico, y posterior relleno con mortero.	71
Figura 29: Rehabilitación de las pilas de un viaducto reforzadas con encamisado metálico elíptico relleno con mortero. La imagen de la derecha muestra la sección antes de la intervención, y la de la izquierda con el encamisado.	71
Figura 30: Corte transversal de un refuerzo con material compuesto, mostrando las distintas capas de éste, mencionadas en el proceso constructivo.	73
Figura 31: Aplicación de un confinamiento con tejidos de fibra de carbono para la rehabilitación de distintas columnas de edificación.	74
Figura 32: Aplicación de vendados de fibra de vidrio y aramida a columnas.	75
Figura 33: Aplicación del refuerzo con tejidos de fibra de carbono de vigas.	75
Figura 34: Disposición de una barra de CFRP en un refuerzo NSM de una viga.	76

Figura 35: Estado triaxial de tensiones en un refuerzo por confinamiento.	77
Figura 36: Diseño descriptivo comparativo.	79
Figura 37: Elaboración del concreto.	87
Figura 38: Curado de probetas.	88
Figura 39: Muestras extraídas de la poza y distribuidas para el recubrimiento.	89
Figura 40: Muestras extraídas de la poza y distribuidas para el recubrimiento.	90
Figura 41: Probetas concreto revestidas a dos capas con polímero NexSpray.	90
Figura 42: Resistencia a compresión en probetas ensayadas.	104
Figura 43: Resistencia a compresión en probetas ensayadas.	104
Figura 44: Curva carga vs tiempo.	105
Figura 45: Falla de probetas patrón y probetas revestidas con polímero NexSpray a dos capas.	106
Figura 46: Falla de probetas revestidas con polímero NexSpray a cuatro y seis capas.	107
Figura 47: Normalidad de los resultados de probetas sin recubrimiento.	108
Figura 48: Normalidad de los resultados de probetas dos capas de recubrimiento.	109
Figura 49: Normalidad de los resultados de probetas cuatro capas de recubrimiento.	110
Figura 50: Normalidad de los resultados de probetas seis capas de recubrimiento.	111
Figura 51: Correlación de Pearson entre el número de capas y el porcentaje de variación de la resistencia a compresión.	112
Figura 52: Tendencia lineal de variación de la resistencia a la compresión respecto al número de capas de reforzamiento.	113
Figura 53: Prueba Z para: Dos capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural y variación de la resistencia del concreto endurecido.	114
Figura 54: Prueba Z para: Cuatro capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural y variación de la resistencia del concreto endurecido.	115
Figura 55: Prueba Z para: Seis capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural y variación de la resistencia del concreto endurecido.	116

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad dar a conocer a todos aquellos, que día a día se involucran en el campo de la ingeniería civil la relación e incidencia en el reforzamiento del concreto endurecido aplicando un recubrimiento de polímero NexSpray, un polímero de los muchos que se utilizan en la construcción, conocidas desde hace años en los países europeos, pero aún hoy en día no están muy difundidas en nuestro país.

La presente investigación se enmarca al estudio teórico-experimental respecto al comportamiento de probetas de concreto, revestidos con el polímero NexSpray.

El análisis que se realiza considerando que las probetas se refuerzan gracias a la resistencia que adiciona el polímero como revestimiento, generando un efecto de confinamiento.

El objetivo es examinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural, con la finalidad de sacar conclusiones de contrastes concebibles.

Los ensayos en probetas se realizaron en sección circular tal como indica la norma NTP 339.034, evaluando así la rotura a compresión; como resultado se obtuvo un incremento hasta de 9.67% en la variación. De la resistencia a la compresión respecto a la muestra patrón.

Palabras claves: Resistencia, Concreto Endurecido, Polímero, NexSpray, Reforzamiento Estructural

ABSTRACT

The purpose of this research is to make known to all those who, day after day, are involved in the field of civil engineering the relationship and incidence in the reinforcement of the hardened concrete by applying a coating of polymer NexSpray, a polymer of many Are used in construction known for years in European countries, but still today are not very widespread in our country.

The present research is part of the theoretical-experimental study regarding the behavior of concrete specimens, coated with NexSpray polymer.

The analysis is performed considering that the test pieces are reinforced thanks to the resistance that adds the coating polymer, generating a confinement effect.

The objective is to examine the variation of the strength of the hardened concrete using the NexSpray polymer as structural reinforcement, in order to draw conclusions from conceivable contrasts.

The test specimens were made in a circular section as indicated by the NTP standard 339.034, thus evaluating the rupture under compression; As a result an increase of up to 9.67% in the variation was obtained. Compressive strength with respect to the standard sample.

Keywords: Strength, Concrete Hardened, Polymer, NexSpray, Structural Reinforcement

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años, se ve el incremento de nuevos materiales en diversas aplicaciones relacionadas con la construcción y la ingeniería civil, basándose exclusivamente en el reemplazo del cemento portland como material conglomerante. Esta corriente está inscrita en una más amplia, identificada con el desarrollo e innovación tecnológica y llamada revolución de la ciencia de los materiales.

Los fundamentos de este suceso deben buscarlas en la actitud de arquitectos, ingenieros y científicos que, a la vez que continúan trabajando con materiales en virtud de sus propiedades conocidas, tratando de hacer que estos sean utilizados de la manera más favorable según sus respuestas a los esfuerzos actuantes en la estructura.

Los materiales derivados de los polímeros, por su versatilidad, diversificación, ligereza, alto rendimiento y proceso simplificado se acomodan muy bien a este nuevo planteamiento, por lo que a partir de los años ochenta, la producción mundial de acero ha sido superada por la producción de plásticos.

Para lograr el objetivo se desarrollaron 5 capítulos que se describen a continuación:

Capítulo I: El problema de investigación, en el cual se describen: el problema, los objetivos planteados y la justificación de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico, donde se presentan antecedentes de la investigación, la revisión de la literatura sobre las variables y conceptos relacionados con la investigación.

Capítulo III: Metodología de la investigación, se muestra el tipo de investigación y la metodología a seguir.

Capítulo IV: Resultados y discusión de los resultados, se presenta el procedimiento de cálculo para llegar a los resultados y la discusión de los mismos.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro medio, el concreto es el material de construcción más utilizado. Siendo el motivo por el cual los estudios realizados al concreto son cada vez más avanzados, presentándose cada oportunidad, mejores diseños de mezcla para aumentar las propiedades mecánicas que presenta. Sin embargo, sin importar lo bueno que sea el diseño de mezcla y las características mecánicas resultantes de este, cuando el concreto termina de fraguar y posterior a eso alcanza su máxima resistencia, es poco o nada lo que se puede hacer para ayudar a mejorar las características mecánicas que presenta un elemento de concreto.

Por otro lado, en una estructura, las solicitudes estructurales no siempre serán las mismas a las solicitudes contempladas en el diseño, pudiendo estas aumentar o disminuir, siendo el aumento de las solicitudes de diseño (en un mayor porcentaje de los casos) el más perjudicial para la estructura.

El aumento de las solicitudes estructurales puede darse por diversos motivos, los cuales por lo general se dan por el aumento de la carga muerta y la sobrecarga estipulada para determinada estructura. Podría darse también, que el factor de uso sufra una variación de menor a mayor importancia y esto genere que al aplicar lo estipulado en la norma, el valor de la cortante sísmica o del espectro de pseudoaceleración (sea el cálculo de manera estática o dinámica) sea mayor.

Otro motivo por el que pueda resultar necesario el aumento de las solicitudes estructurales, es un mal proceso constructivo. En caso la resistencia del concreto no sea la contemplada en los cálculos estructurales, no se haya colocado la armadura correspondiente, entre otros casos que pudieran presentarse.

Al momento de realizar un cálculo, el ingeniero estructural toma en cuenta determinados valores de seguridad, los cuales varían en función del criterio del ingeniero responsable, pudiendo estos valores de seguridad, suplir con las nuevas solicitudes de carga. Sin embargo, en la mayoría de los casos en los cuales una estructura sufre un aumento de fuerzas actuantes, la resistencia que aporta la estructura construida es menor a las solicitudes requeridas.

Sin importar el motivo por el cual las solicitudes estructurales sobrepasen a las solicitudes de diseño, con las cuales fue calculada y construida una estructura, es necesario adecuar ésta a las nuevas sollicitaciones.

Hoy en día existen muchos proyectos en el estado que requieren de un reforzamiento estructural, a continuación se presenta algunos según la información obtenida en el ministerio de economía y finanzas a la fecha Junio del 2017:

- REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN EXTERIOR DEL COLEGIO SEBASTIÁN BARRANCA - CAMANÁ - AREQUIPA. (código 9200).
- REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE REQUE. (código 7546).
- REFORZAMIENTO AMARRADEROS 5D Y 5E DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO. (código 537).
- REFORZAMIENTO MUELLE TERMINAL PORTUARIO PAITA. (código 1092).
- REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y AMPLIACIÓN DEL LOCAL DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARCHIVEROS. (código 247).

Así como los proyectos mencionados anteriormente, existen muchos otros que salen en el banco de proyectos todos los meses, sin embargo, no todos los reforzamientos estructurales se realizan de la misma manera, por esta razón la empresa APLIKA, una empresa especialista en reforzamiento estructural, o como ellos denominan “especialistas en reparación para la construcción”, en una publicación en prezi divide el reforzamiento estructural en cuatro.

Según los métodos utilizados: aumento de las secciones estructurales, construcción compuesta, reducción o limitación de esfuerzos, postensado e incorporación de nuevos elementos.

Según su enfoque estructural: refuerzos directos (con o sin cambio de sección) y Refuerzos indirectos (con modificación del sistema resistente y/o incorporación de nuevos elementos).

Según deficiencia estructural: aumento de la capacidad a tracción, aumento de la capacidad a corte, aumento de la capacidad a flexión, aumento de la capacidad a compresión y mejorar condiciones de estabilidad.

Según forma de acción: refuerzos activos que actúan sobre solicitaciones actuales y futuras y refuerzos pasivos que actúan solo para nuevas solicitaciones.

A pesar de la existencia de diversos métodos de reforzamiento estructural, son muy pocos los capaces de aumentar las características mecánicas de los elementos de concreto, sin la necesidad de realizar una modificación significativa en el sistema estructural ni en los elementos que lo conforman.

Entre los pocos métodos capaces de aumentar las características mecánicas de los elementos de concreto, tenemos la utilización de planchas metálicas, fibras de vidrio y los derivados de la fibra de carbono (carbon fiber-reinforced polymer (CFRP), Carbon fiber-reinforced plastics (CRP) y fiber reinforced polymer (FRP)).

Es debido a la necesidad de ampliar el abanico de opciones en reforzamiento en concreto endurecido, que nace la presente investigación. Se pretende plantear una nueva alternativa con la utilización del polímero NexSpray como una alternativa de reforzamiento estructural, con la visión de aumentar la resistencia de los elementos de concreto endurecido, ocasionando a la estructura la menor cantidad de cambios posibles.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando un recubrimiento de dos capas del polímero NexSpray como reforzamiento estructural?
- ¿Cuál es la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando un recubrimiento de cuatro capas del polímero NexSpray como reforzamiento estructural?

- ¿Cuál es la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando un recubrimiento de seis capas del polímero NexSpray como reforzamiento estructural?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando dos capas de recubrimiento del polímero NexSpray como reforzamiento estructural.
- Determinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando cuatro capas de recubrimiento del polímero NexSpray como reforzamiento estructural.
- Determinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando seis capas de recubrimiento del polímero NexSpray como reforzamiento estructural.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Utilizando el polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, aumenta de manera muy significativa.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Utilizando dos capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia a la compresión del concreto endurecido, aumenta en más de un cinco por ciento.

- Utilizando cuatro capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia a la compresión del concreto endurecido, aumenta en más de un diez por ciento.
- Utilizando seis capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, aumenta en más de un quince por ciento.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Hoy en día existen muchos métodos y técnicas de reforzamiento estructural, sin embargo, son contados los métodos que no realizan un cambio significativo a la morfología de los elementos estructurales ni de la estructura propiamente dicha; los únicos métodos conocidos en nuestro medio, capaces de brindar aporte estructural sin realizar una modificación significativa a la morfología de una estructura o elemento estructural son, la utilización de planchas metálicas, fibras de vidrio y los derivados de la fibra de carbono (carbon fiber-reinforced polymer (CFRP), Carbon fiber-reinforced plastics (CRP) y fiber reinforced polymer (FRP)).

En el mercado actual, están apareciendo nuevos productos desarrollados con nanotecnología. Estos productos son un tipo de polímero, que según los videos que aparecen en internet y las pruebas realizadas en diferentes objetos, mejora las propiedades mecánicas de estos, por esta razón se plantea la posible utilización de dichoso producto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

Uno de estos productos, es el polímero NexSpray el cual se aplica mediante termo fusión, es una pintura que se adhiere a cualquier superficie, de manera que puede ser aplicado directamente sobre el concreto endurecido. Dicho polímero, fue elaborado para satisfacer otras necesidades del mercado, pero habiendo observado las mejoras aparentes en el comportamiento de elementos recubiertos con este material ante la aplicación de cargas y con la necesidad de ampliar el abanico de opciones en reforzamiento del concreto, veo la necesidad de verificar y cuantificar el aumento de la resistencia del concreto endurecido, utilizando diferentes capas de recubrimiento con este polímero.

Al utilizar el polímero NexSpray como reforzamiento estructural, no habría la necesidad de que la estructura sufra variaciones, ya que, como se explicó en el párrafo anterior, este se aplicaría directamente sobre el concreto, disminuyendo así el tiempo de trabajo y las actividades necesarias para realizar un reforzamiento estructural.

El polímero NexSpray, brindará una nueva alternativa para la elaboración de proyectos relacionados a reforzamiento estructural, permitiendo así al profesional estructuralista responsable tener una mayor gama de posibilidades y de esta manera poder tomar la mejor decisión según corresponda.

1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Con el desarrollo de la investigación, se logrará ampliar los mecanismos y métodos de reforzamiento conocidos, la información obtenida servirá para desarrollar y ampliar la teoría del mejoramiento estructural, se podrá conocer la variación de ciertas propiedades mecánicas del concreto, además de servir como base para futuros estudios relacionados con este tipo de recubrimiento.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Como bien sabemos, la demolición de una estructura para pasar a la construcción es una nueva, es un proceso bastante costoso, la mejor manera de reducir estos costos es realizando un reforzamiento estructural y que mejor manera de que sea sin realizar modificaciones significativas a la estructura propiamente dicha.

En el Perú existe un gran número de edificaciones que requieren un reforzamiento estructural, tanto para el estado como para las entidades privadas, obras que se verían beneficiadas con el presente estudio, ya que brindaría una alternativa para la realización de estos mejoramientos.

Una vez comprobadas las hipótesis planteadas en este estudio de investigación, realizar el mejoramiento de una estructura, será un proceso muy sencillo, ya que bastaría con realizar un análisis estructural utilizando las características mecánicas que podría adquirir el concreto con el recubrimiento del polímero NexSpray, luego verificar si las nuevas características adquiridas soportan con las condiciones de carga necesarias según el requerimiento de la estructura.

De demostrarse la veracidad de las mejoras de las propiedades mecánicas del concreto con la utilización de este producto, se podría utilizar como base para desarrollar proyectos de gran envergadura, proyectos en los cuales se necesite mejorar las características mecánicas del concreto, sin la necesidad de realizar modificaciones a los elementos estructurales existentes.

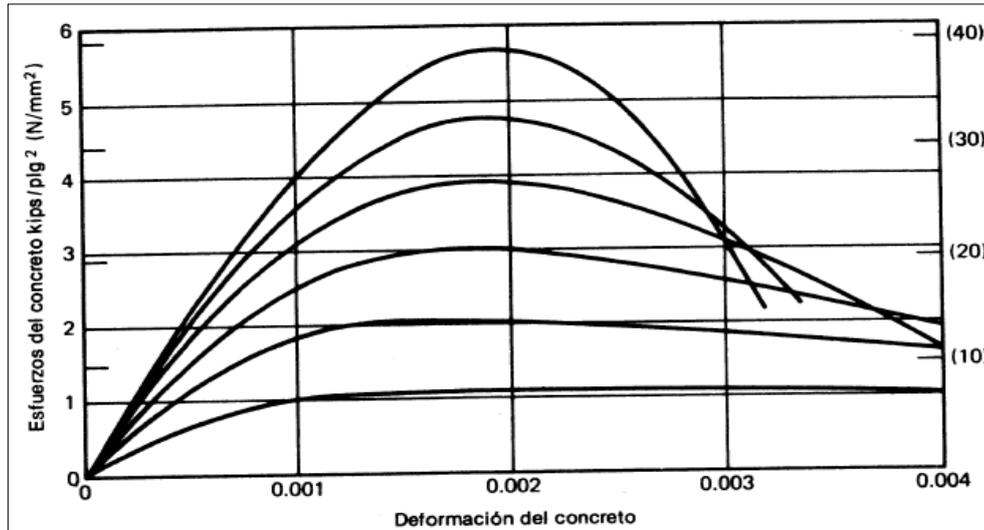
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Mejorar las solicitaciones estructurales de los inmuebles, es hoy en día una preocupación primordial en nuestro medio.

Park R. y Paulay T. (1978). En el gráfico 2.1 de su libro “Estructuras de concreto reforzado” muestran la variación de las curvas de esfuerzo-deformación para cilindros de concreto, cargados a compresión uniaxial, en dicho gráfico se observa que mientras mayor es la resistencia a la compresión del concreto, menor es la deformación admisible antes de la falla. Con esto se llega a la conclusión que para obtener mejores datos acerca del aporte de resistencia para fuerzas de compresión y tracción del polímero NexSpray en el concreto endurecido, es necesario observar el comportamiento de diferentes esfuerzos máximos de compresión.

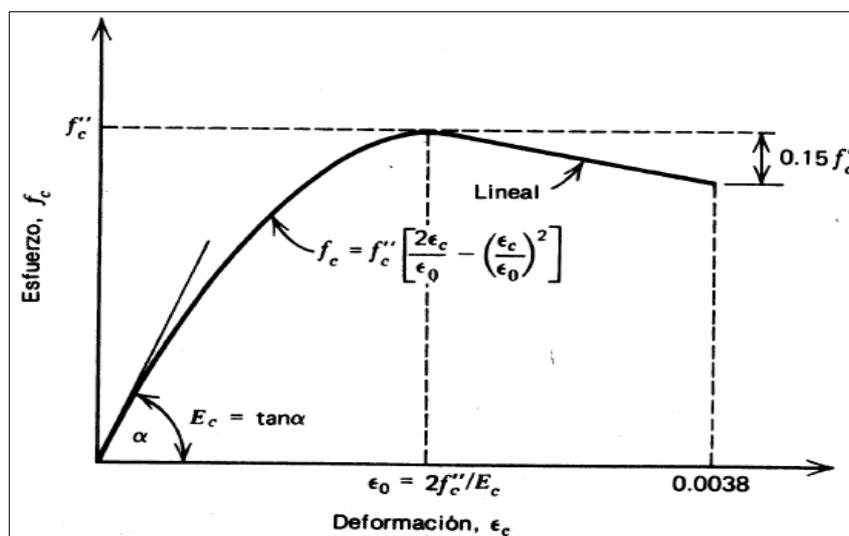
Figura 1: Esfuerzo – Deformación de cilindro de concreto



Fuente: Park R. y Paulay T. “Estructuras de concreto reforzado”

(Park, y otros, 1978). En el gráfico 2.3 de su libro “Estructuras de concreto reforzado” muestran la información proporcionada por Hognestad E. quien muestra una curva esfuerzo-deformación idealizado para el concreto en compresión uniaxial. Esta idealización será utilizada para determinar el comportamiento de las probetas de diferentes resistencias para fuerzas a compresión.

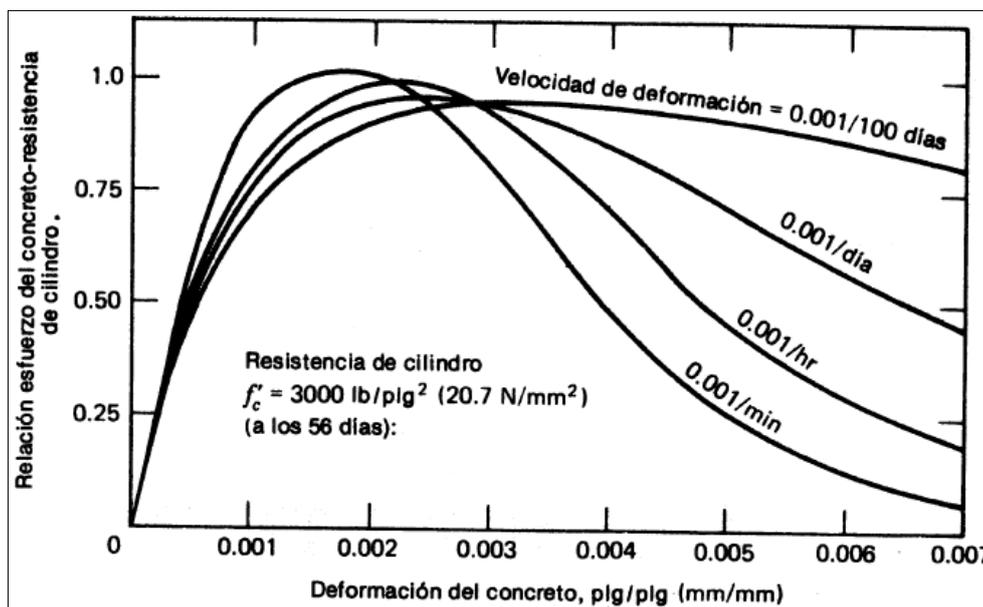
Figura 2: Esfuerzo – Deformación de concreto sometido a compresión uniaxial.



Fuente: Park R. y Paulay T. “Estructuras de concreto reforzado”

(Park, y otros, 1978). En el gráfico 2.5 de su libro “Estructuras de concreto reforzado” muestran las curvas de esfuerzo-deformación para el concreto con distintas tasas de carga axial de compresión obtenidas por Rüsç H. En este grafico podemos observar que, con una velocidad decreciente de deformación unitaria, el valor de esfuerzo máximo alcanzado disminuye gradualmente, la línea descendiente cae con mayor lentitud, el esfuerzo máximo disminuye y la deformación en la que alcanza su esfuerzo máximo aumenta.

Figura 3: Curvas de esfuerzo-deformación para el concreto con distintas tasas de carga axial de compresión obtenidas por Rüsç H.



Fuente: Park R. y Paulay T. “Estructuras de concreto reforzado”

(Park, y otros, 1978). Referencian a Kupfer, Hilsdorf y Rüsç y mencionan que estos investigadores llegaron a la conclusión de que la resistencia del concreto sujeto a compresión biaxial puede ser hasta 27% mayor que la resistencia uniaxial y que para esfuerzos biaxiales de compresión iguales, el aumento de resistencia es aproximadamente 16%. Por otro lado, para la resistencia bajo tensión biaxial es aproximadamente a la resistencia de tensión uniaxial.

En la actualidad se viene desarrollando nuevas técnicas empleadas en la optimización de trabajos de reparación, rehabilitación y reforzamiento estructural de los proyectos de construcción, técnicas que tratan de revolucionar y perfeccionar la industria de la construcción, además de garantizar la seguridad de las estructuras.

Oviedo, R. (2007). "El reforzamiento está dirigido a incrementar la capacidad de carga y el estado de serviciabilidad de una estructura existente. Esto se vuelve necesario cuando los diseños estándares son adaptados para cubrir nuevas solicitaciones o cuando existen errores en el diseño o inadecuada mano de obra en la etapa de construcción".

El reforzamiento estructural no es una actividad desarrollada solo en nuestro país, sino también en otros países del mundo

A continuación, unos proyectos de nuestro país, en los cuales se realizó reforzamiento estructural:

- Tren eléctrico de Lima, año 2010 con un presupuesto de \$ 410 millones de dólares. Así el monto de los costos de reforzamiento estructural no tiene comparación con el coste del proyecto en sí, podríamos afirmar que, en el Perú, este es uno de los proyectos de mayor envergadura en el cual se haya realizado un reforzamiento estructural. Debido a que una gran cantidad de columnas se encontraban construidos desde la década de los 80 y por las modificaciones de las exigencias de los códigos de diseño en nuestro país, por las experiencias generadas por los sismos en México. Loma Prieta y Chile se optó por realizar un reforzamiento estructural. Dicho reforzamiento se realizó para mejorar la resistencia a carga axial de los pilares, utilizándose fibras de carbono. (Top Consulting Ingeniería S.A.C.)
- Diseño final del reforzamiento estructural del edificio terminal del aeropuerto internacional Jorge Chavez. El proyecto consiste en el desarrollo de la ingeniería final del reforzamiento del Edificio Terminal del AIJCH. Este reforzamiento consiste en el uso de amortiguadores en las juntas sísmicas y la aplicación de fibras de carbono en los elementos estructurales.
- El reforzamiento se basa en la revisión ante cargas gravitacionales y la reproducción con la mayor exactitud posible del probable comportamiento ante un evento sísmico importante durante su vida útil restante. (COSAPI)
- Recuperación de instituciones educativas públicas emblemáticas. A través del Programa Nacional de Recuperación de Instituciones Educativas Públicas Emblemáticas y Centenarias, el Gobierno Peruano decidió llevar a cabo la remodelación, rehabilitación y equipamiento de la infraestructura educativa de 20 grandes unidades escolares. Dentro de este programa, COSAPI estuvo a cargo de la elaboración del expediente técnico y la ejecución de obras de las siguientes

instituciones educativas: Elvira García y García, Ricardo Bentín, María Parado de Bellido, Alfonso Ugarte y Juana Alarco de Dammert.

El proyecto contempló el reforzamiento estructural, remodelación y rehabilitación de edificaciones existentes, así como la construcción y equipamiento de obras nuevas como pabellones, oficinas administrativas, etc. (COSAPI)

Los proyectos más resaltantes encontrados el mes de marzo del 2015 en el “Banco de Proyectos”:

- “Reparación y reforzamiento estructural del edificio administrativo docente en el área de ingenierías”, universidad nacional de San Agustín. Se planea realizar un reforzamiento estructural de del edificio administrativo de docentes de la universidad de San Agustín debido a peligros sísmicos, con una inversión de 289,636 nuevos soles. (Banco de Proyectos – marzo 2015)
- “Mejoramiento del servicio y reforzamiento estructural del albergue municipal – El Atajo – En Ilabaya capital, distrito de Ilabaya – Jorge Basadre – Tacna”. Se planea realizar un reforzamiento estructural del albergue municipal el atajo debido a que, al realizar el análisis estructural, se concluyó que la estructura se encuentra debilitada, este proyecto representa una inversión de 266,437 nuevos soles. (Banco de Proyectos – marzo 2015)
- “Reparación y reforzamiento estructural del pabellón de servicios de la facultad de arquitectura y urbanismo”. Se planea realizar una reparación y reforzamiento estructural de del pabellón de la facultad de arquitectura y urbanismo de la universidad de San Agustín debido a daños causados por terremoto del año 2001, con una inversión de 216,008 nuevos soles. (Banco de Proyectos – marzo 2015)
- “Rehabilitación y reforzamiento estructural del pabellón exterior del colegio Sebastián Barranca - Camaná – Arequipa”. Se planea realizar una rehabilitación y reforzamiento estructural del pabellón exterior del colegio Sebastián barranca debido a daños causados por terremoto del año 2001, con una inversión de 200,000 nuevos soles. (Banco de Proyectos – marzo 2015)

Algunos proyectos de reforzamiento estructural fuera de nuestro país:

- Reforzamiento estructural de “Plaza de Toros la Santa María”. Se planea reforzar la plaza mitigando su vulnerabilidad a los sismos, cambiar la estructura de los palcos. Se planea realizar una inversión de entre 5,000 y 7,000 millones de pesos

colombianos o entre 6.2 y 8.68 millones de soles. (Radio Caracol – Colombia, 09 octubre 2014)

- Reforzamiento estructural y adecuación del hospital San Rafael de Tunja. El proyecto se encuentra en ejecución con tal de minimizar las consecuencias y severidad de algún posible evento catastrófico. La inversión se encuentra calculada en 814,780 nuevos soles. (Radio Boyacá – Colombia, 04 febrero 2015)
- Reforzamiento sismo resistente del edificio del INCODER sede central, En el Año 2009 se da inicio al reforzamiento sismo resistente del Edificio sede central del INCODER, dando cumplimiento a los requerimientos exigidos en el código colombiano de construcciones sismo resistentes y al estudio de vulnerabilidad realizado en el año 2008. La inversión se estipula en 3 845,280 nuevos soles. (www.incoder.gov.co/documentos/).

2.2. EL CONCRETO

(Pasquel Carbajal, 1993). El concreto es una mezcla de diversos elementos utilizada en la construcción. La adecuada dosificación es indispensable para poder preparar un concreto con las normas de calidad requeridas; es la unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena lo que nos da una mezcla llamada concreto.

2.2.1. CONCRETO HIDRÁULICO

(Pasquel Carbajal, 1993). El concreto hidráulico u concreto está constituido por la mezcla de cemento Pórtland o cemento Pórtland modificado, arena, grava, agua y si es necesario, aditivos. Este es, actualmente, el material más empleado en la construcción, debido a sus propiedades y a su economía.

Es vital conocer bien este material para hacer y utilizarlo adecuadamente, porque es un material complejo, ya que es la consecuencia de mezclar diversos materiales; donde cada uno de ellos impacta según lo indican sus cualidades, en las propiedades del concreto; tanto en su estado plástico como en el estado sólido. A lo anterior, se incluyen diferentes factores que afectan, por ejemplo, el procedimiento de fabricación, colación y el curado.

2.2.1.1. Concreto estructural

(Pasquel Carbajal, 1993). Es aquel tipo de concreto que es utilizado con fines estructurales los cuales pueden ser concretos simples o reforzados.

2.2.1.2. Concreto Simple

(Pasquel Carbajal, 1993). Es aquel concreto que en su mezcla es hecho con cemento, agregados pétreos y agua para uso estructural, pero en los elementos estructurales donde es colocado no hay acero de refuerzo.

2.2.1.3. Concreto Reforzado

(Pasquel Carbajal, 1993). Es aquel concreto que en los elementos estructurales donde es colocado hay acero de refuerzo con el fin de resistir los esfuerzos de tensión.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DEL CONCRETO

(MONTEJO FONSECA, y otros, 2013). El concreto es clasificado de 2 formas, la primera es según su resistencia a la compresión a los 28 días (véase Tabla 1 Clasificación del concreto según su resistencia a la compresión) y la segunda es según su peso unitario, los cuales son los factores determinantes cuando se hace la elaboración de un diseño de mezcla de concreto.

Tabla 1: Clasificación del concreto según su resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión.		Descripción
Kg/cm ²	Psi	
70 – 350	1000 – 5000	Normal
420 – 1000	5000 – 14000	Alta resistencia
(+) de 1000	(+) de 14000	Ultra alta resistencia

Fuente:¹Tecnología y patología del concreto armado (MONTEJO FONSECA, y otros, 2013)

¹ MONTEJO FONSECA, Alfonso. MONTEJO PIRATOVA, Franc y MONTEJO PIRATOVA, Alejandro. Tecnología y patología del concreto armado. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia ediciones, 2013.p. 30

2.2.2.1. Clasificación Según Su Peso Unitario

(MONTEJO FONSECA, y otros, 2013). Debido al desarrollo de diferentes tecnologías para fabricar concretos, los concretos se clasifican según su peso unitario en 3 grandes grupos (véase Tabla 2 Clasificación del concreto según su peso unitario), debido a esto se toma como promedio de peso unitario para concreto el valor de 2300 Kg/m³.

Tabla 2: Clasificación del concreto según su peso unitario.

Peso unitario aproximado Kg/m³	Descripción
500 – 2000	Concreto ligero
2100 – 2500	Concreto normal
2500 - 5600	Concreto pesado

Fuente: Tecnología y patología del concreto armado. (MONTEJO FONSECA, y otros, 2013)

2.2.3. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO

(Rivva Lopez, 1992). El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto de la combinación de cemento, agua y agregados, además de un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo.

El volumen absoluto de cemento está comprendido entre el siete y quince por ciento, y el agua del catorce al veintiuno por ciento.

El concreto contiene aire incluido sin proporción puede llegar a constituir un ocho por ciento del volumen aproximadamente.

(MONTEJO FONSECA, y otros, 2013). La selección del agregado es importante dado que constituye del sesenta al ochenta por ciento del concreto. El agregado debe consistir de particular que soporten y resistan las condiciones de la intemperie, y no deben contener materiales que produzcan efectos perjudiciales. La gradación de los agregados debe ser uniforme para que el uso del cemento sea eficaz. La calidad del concreto depende en gran parte de la calidad de la pasta y esta a su vez de la relación de la cantidad de agua y la cantidad de cemento usado, y del curado.

La medida del agua usada para mezclar el concreto es más prominente que la utilizada para la hidratación completa, lo cual es importante para hacer que el concreto sea plástico y trabajable.

2.2.4. DISEÑO DE MEZCLA

Se podría decir que las propiedades del concreto se examinan principalmente, para decidir el diseño de la mezcla.

(MONTEJO FONSECA, y otros, 2013). Para encontrar las proporciones más apropiadas de un diseño de mezcla, será necesario preparar varias mezclas de prueba, las cuales se calcularán con base en las características de los agregados y la aplicación de las leyes o principios básicos preestablecidos.

Las características de las mezclas de prueba indicaran los ajustes finales que deben hacerse en la dosificación de acuerdo con reglas empíricas determinadas, según las circunstancias, las mezclas de prueba pueden prepararse en el laboratorio, o de preferencia en la obra con los procedimientos, los equipos y en las cantidades que en la práctica se van a emplear.

Antes de dosificar una mezcla de concreto, se debe conocer la información de la obra o estructura a construir y de los materiales con los que se van a preparar las mezclas, de modo que, al elegir las proporciones iniciales de la mezcla de prueba, los resultados obtenidos no sean muy alejado de lo previsto.

Para decidir las proporciones de la mezcla de concreto, existen innumerables técnicas y procedimientos de ensayo: analíticos, experimentales, semi-analíticos y observacionales. Entre las técnicas distintivas para la dosificación de mezclas podemos enumerar los diseños de la ACI, de Finura, de Walker y el más utilizado el método de agregado global.

2.2.5. CONCRETO ENDURECIDO

(Rivva Lopez, 1992). Resistencia del concreto: Por ser el concreto un material heterogéneo y de naturaleza discontinua, logra la “cuasiductilidad” y los mecanismos de disipación de energía que le permiten ser capaz de soportar cargas tanto estáticas como dinámicas. Esta capacidad o propiedad de resistencia

depende de las características físicas y químicas de los elementos que lo constituyen y de la interacción que se da entre en los mismos.

Entre el proceso de fraguado y el proceso de solidificación de la mezcla de concreto, se dan adherencias entre el agregado y los productos de hidratación. Las fuerzas que conectan las partículas totales y la pasta de concreto pueden ser físicas debido a los enlaces mecánicos y de adherencia o productos químicos debido a los nuevos elementos de respuesta superficial y al desarrollo intermedio químico.

En conclusión, la calidad del sólido depende principalmente de la calidad y colaboración de sus etapas constituyentes:

- La resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz)
- La resistencia de las partículas del agregado
- La resistencia de la interface matriz–agregado.

2.2.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

(Pasquel Carbajal, 1993). Entre los innumerables factores que afectan la resistencia del concreto en estado endurecido, independientemente de la calidad y tipo de materiales que lo constituyen, para unas propiedades dadas de sus componentes en una mezcla trabajable y bien colocada se destacan las siguientes:

2.2.6.1. Contenido de cemento

(Pasquel Carbajal, 1993). Es importante el contenido del cemento dentro de una mezcla, porque para determinado tipo de cemento, a medida que aumenta el contenido del cemento aumenta la resistencia del concreto.

2.2.6.2. Relación agua–cemento y contenido de aire

(Pasquel Carbajal, 1993). Este factor es el más importante en la resistencia del concreto, es necesario establecer si el concreto va llevar aire incluido, porque a mayor cantidad de aire, la relación de agua–cemento es menor.

2.2.6.3. Influencia de los agregados

(Pasquel Carbajal, 1993). Las propiedades de los agregados que influyen en la resistencia del concreto son:

La granulometría que al ser continua permite la máxima compacidad del concreto en estado fresco y por lo tanto la máxima densidad en estado endurecido con la consecuente máxima resistencia.

La forma y textura de los agregados influyen, dependiendo de la forma y superficie que tengan la adherencia de la pasta con los mismos será mejor y, por lo tanto, aumentará la resistencia. La resistencia y la rigidez de los agregados inciden en la resistencia del concreto, dependiendo si es un agregado de baja densidad y poroso, o si es un agregado de baja porosidad y muy denso.

2.2.6.4. Tamaño máximo del agregado grueso

(Pasquel Carbajal, 1993). Incide en la resistencia del concreto ya que la cantidad de cemento requerida para producir una resistencia a la compresión máxima, a una edad dada, varía según el tamaño máximo del agregado grueso de la mezcla.

2.2.6.5. Fraguado del concreto

(Pasquel Carbajal, 1993). Es un factor importante en la resistencia del concreto, ya que es necesario determinar el tiempo del fraguado para saber si es necesario utilizar aditivos que controlen la velocidad del fraguado con el fin de regular los tiempos de mezclado y transporte.

2.2.6.6. Edad del concreto

(Pasquel Carbajal, 1993). Este factor externo está ligado a la relación que hay entre la relación agua cemento y la resistencia del concreto, ya que la misma se da únicamente con un tipo de cemento y a una sola edad.

2.2.6.7. Curado del concreto

Este elemento incrementa o disminuye la calidad del concreto como se indica por la fuerza del secado con el que ocurre el procedimiento de fraguado.

El curado consiste en mantener el contenido de humedad y las temperaturas aceptables en el sólido durante un período caracterizado rápidamente después de la colocación y terminación, con un objetivo final específico para acumular las propiedades deseadas. Nunca se exagerará subrayando el requisito de un curado apropiado.

Figura 4: Curado de especímenes de concreto.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.6.8. Temperatura

(Pasquel Carbajal, 1993). La temperatura de curado del concreto afecta su resistencia, porque si se aumenta la temperatura durante este proceso, acelerará las reacciones químicas de la hidratación y esto

aumentará la resistencia temprana del concreto, sin efectos contrarios en la resistencia posterior.

2.2.6.9. Medida de la resistencia a la compresión

(Rivva Lopez, 1992). La resistencia de la compresión se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en Kg/cm² y con alguna frecuencia en Psi. La resistencia del concreto se evalúa por medio de pruebas mecánicas que pueden ser dañinas, por lo cual se toman muestras y se hacen especímenes para fallar, o no destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo.

Entre las pruebas para medir la resistencia a la compresión tenemos los ensayos de probeta cilíndrica, los ensayos de cubos y los ensayos de prisma rectangulares con secciones transversales cuadradas.

2.2.6.10. Medida de la resistencia a flexión y tracción

(Rivva Lopez, 1992). Esta característica mecánica del concreto es muy importante, especialmente en estructuras de concreto simple, en donde adicionalmente aparecen esfuerzos de tracción. La resistencia a la flexión del concreto se determina por medio de vigas de sección cuadradas de 500 mm de longitud por 150 mm de lado.

La resistencia a la tracción es muy difícil de medir por ensayos directos, debido a las dificultades para montar las muestras y la incertidumbre que existe sobre los esfuerzos secundarios inducidos por los elementos que sujetan las muestras. Por tal motivo se usa el método indirecto llamado tensión indirecta, sometiendo a compresión el cilindro convencional de 15 x 30 cm.

2.2.6.11. Durabilidad del concreto

Se define como la resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

2.2.7. FACTORES QUE AFECTAN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO

2.2.7.1. Humedecimiento–secado

(Pasquel Carbajal, 1993). Una estructura sometida a ciclos de humedecimiento y secado puede dividirse en tres zonas: la parte superior, que se encuentra arriba del nivel de marea alta y de oleaje, no está directamente expuesta al agua; sin embargo, está expuesta al aire atmosférico, a vientos que llevan sales y polvo, o a la acción de las heladas; la parte intermedia, que se encuentra en la zona de mareas, es susceptible no solamente al agrietamiento y al descascaramiento y a la corrosión del acero de refuerzo, sino también a la pérdida de material por descomposición química de los productos de hidratación del cemento y al impacto de las olas que transportan trozos flotantes de hielo, arena y grava; y la parte inferior de la estructura que siempre está sumergida en el agua, es susceptible de permeabilidad y eventualmente de descomposición por reacción química con algún ácido que contenga el agua.

Para disminuir el deterioro del concreto es necesario controlar el agua que absorbe el concreto durante el proceso del diseño y además establecer que este cuente con un buen sistema de drenaje.

2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

(Pasquel Carbajal, 1993). La resistencia en compresión del concreto f'_c es el parámetro de referencia más difundido tanto a nivel de diseño estructural cuanto en Tecnología del concreto para evidenciar las características resistentes y la calidad de un concreto.

(Pasquel Carbajal, 1993). En el Reglamento ACI-318-95 y en el Reglamento Nacional de construcciones, se define a f'_c como la "Resistencia en compresión especificada para el concreto" evaluada en obra como el valor del esfuerzo obtenido de promediar el ensayo de

dos probetas cilíndricas estándar de 6" de diámetro por 12" de altura, obtenidas, curadas y ensayadas a 28 días de edad bajo condiciones controladas que están definidas por las normas ASTM correspondientes.

Tabla 3: Principales Fuentes de Variación de la resistencia en compresión.

DEBIDO A VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO	DEBIDO A DEFICIENCIAS EN LOS MÉTODOS DE PRUEBA
<p>1) Cambios en la relación Agua/Cemento</p> <p>a) Control deficiente de la cantidad de agua.</p> <p>b) Variación excesiva de humedad en los agregados.</p> <p>c) Agua adicional al pie de obra.</p> <p>2) Variación en los requerimientos de agua de mezcla</p> <p>a) Gradación de los agregados, absorción y forma.</p> <p>b) Características del Cemento y Aditivos.</p> <p>c) Contenido de aire.</p> <p>d) Tiempo de suministro y temperatura.</p> <p>3) Variaciones en las características y proporciones de los ingredientes.</p> <p>a) Agregados.</p> <p>b) Cemento.</p> <p>c) Puzolanas. d) Aditivos.</p> <p>4) Variaciones ocasionadas por el transporte, colocación y compactación.</p> <p>5) Variaciones en la temperatura y curado.</p>	<p>1) Procedimientos de muestreo inadecuados.</p> <p>2) Dispersiones debidas a las formas de preparación manipuleo y curado de cilindros de prueba.</p> <p>3) Mala calidad del molde para cilindros de prueba.</p> <p>4) Defectos de curado:</p> <p>a) Variaciones de temperatura.</p> <p>b) Humedad Variable.</p> <p>c) Demoras en el transporte de los cilindros al laboratorio.</p> <p>5) Procedimientos de ensayo deficientes.</p> <p>a) En el refrendado (capping) de los cilindros.</p> <p>b) En el ensayo de compresión.</p>

Fuente: "Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú" Enrique Pasquel Carbajal

(Pasquel Carbajal, 1993). La resistencia a la compresión se mide roturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección

que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI. Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 17 MPa para concreto residencial hasta 28 MPa y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 170 MPa y más.

(Pasquel Carbajal, 1993). Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, para programar las operaciones de construcción, tales como remoción de cimbras o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

2.4. POLÍMEROS

Los primeros productos polímeros o poliurea como lo conocen más en Europa, fueron desarrollados durante los años 80 en los Estados Unidos. Dichos productos se introdujeron en el mercado en 1987 y, desde entonces, el mercado ha crecido rápidamente. En 1990 se utilizaban menos de 5 toneladas en todo el mundo. En 2006 la cantidad (poliurea e híbridos poliuretano-poliurea) alcanzó las 35.000 toneladas. (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

La tecnología del polímero también se utiliza en Europa, aunque mayoritariamente se engloba dentro del término revestimientos de poliuretano. El continuo desarrollo en la aplicación de revestimientos proyectados refleja claramente el potencial de la tecnología de la poliurea.

Debido a que la poliurea todavía no ha sido incluida como un grupo independiente de producto y tecnología, sólo hay pocas referencias directas a este grupo de producto en la normativa existente. Sin embargo, hay numerosos objetos de referencia en los cuales los productos de polímero han destacado desde un punto de vista técnico. Los polímeros nanotecnológicos se han venido utilizando con éxito durante muchos años, por ejemplo, en el campo de edificios industriales, la construcción y la ingeniería civil, la contención secundaria y la protección de superficies. (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

Las empresas miembros de Deutsche Bauchemie y PDA Europe utilizan las siguientes definiciones:

- **Poliurea (PUA)**

La reticulación se produce únicamente entre el isocianato y los componentes aminoterminados.

Los hidroxilos añadidos a través de aditivos o colas de pigmento no deberían tener una influencia significativa en la reticulación. Los polímeros surgidos de la reacción entre la humedad y la poliurea no son tratados en este informe.

- **Poliuretano (PU)**

La reticulación tiene lugar únicamente a través del isocianato y los componentes hidroxilo-terminados.

- **Híbridos poliuretano-poliurea (híbridos PU-PUA)**

La reticulación se produce entre el isocianato y los componentes tanto amino como hidroxilo-terminados.

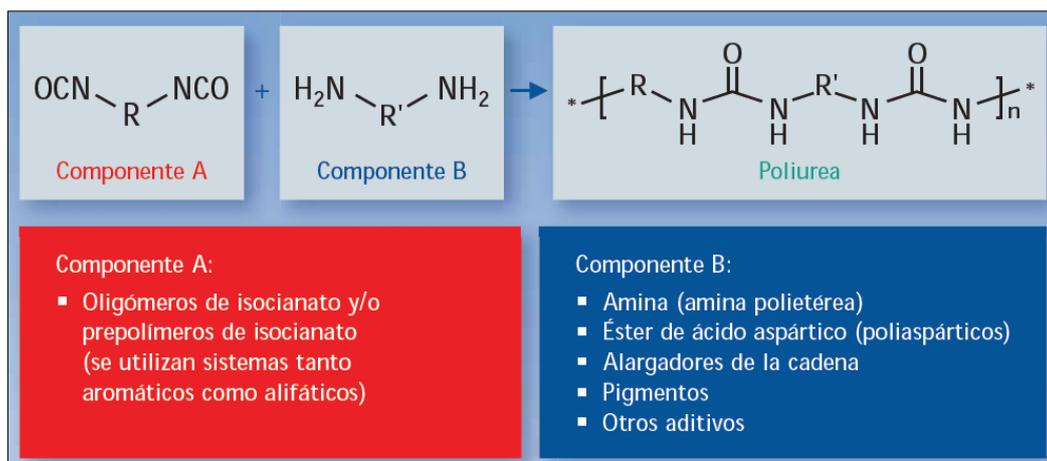
2.4.1. PRODUCCIÓN Y FORMULACIÓN

Los sistemas de poliurea (polímeros) son sistemas reactivos. Se secan (curan) a través de la reticulación de los grupos reactivos contenidos en los componentes.

Los polímeros se producen a través de un sistema de 2 componentes. El componente A, un isocianato o prepolímero de isocianato, reacciona con el componente B, aminas multifuncionales o mezclas de aminas, para convertirse en poliurea. Los pigmentos, rellenos y otros aditivos se deben añadir a los componentes base.

La reacción típica de secado se muestra en la figura 5.

Figura 5: Reacción típica de secado de la poliurea.



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009).

En la práctica, suele haber confusión acerca de los componentes A y B. Mientras que la industria de revestimiento europea llama B al componente de isocianato (derivado de la química del poliuretano), en Estados Unidos y Asia llaman B al componente de mezcla de amina (de la química de resina epoxi).

2.4.2. PROPIEDADES Y USO

Los productos que contienen polímero se caracterizan por su alto rendimiento, por lo que se utilizan en varias áreas de aplicación en todo el mundo.

La formulación y las características del rendimiento de los productos de poliurea se regulan dependiendo del área de aplicación. Suelen presentar las siguientes ventajas por lo que se refiere a las proyecciones con pistola:

- La PUA² reacciona, se asienta y seca rápido – aquellas superficies revestidas pueden estar listas para la puesta en marcha o para más tratamiento en sólo unas horas.
- La PUA se puede usar dentro de un amplio rango de temperaturas y humedad (ventana de aplicación más grande).

²PUA: Poliurea

- La PUA presenta una alta resistencia térmica, así como una buena flexibilidad en bajas temperaturas.
- La PUA tiene una resistencia mecánica y química fuera de serie.
- La PUA es estable al hidrólisis e insensible al agua.
- La estabilidad de color es posible (en sistemas alifáticos).
- La PUA no contiene disolventes (100% sólidos).
- La PUA forma capas flexibles, sin juntas y elásticas.
- Debido a su rápida velocidad de reacción, incluso las superficies verticales se pueden revestir con cualquier grosor de capa en una pasada (sin costuras, impermeabilización tridimensional).
- La PUA se adhiere bien a todos los sustratos.
- La PUA no necesita de catalizadores, lo que se traduce en una mejora de la estabilidad al hidrólisis.

Los sistemas manuales de aplicación de polímero (en su mayoría poliisocianatos) comprenden la mayoría de las propiedades mencionadas anteriormente y son un complemento a los sistemas de proyección con pistola. Se utilizan como capa superior y/o capa de reparación. Las principales diferencias son su tiempo de reacción más lento, la posibilidad de ser aplicados a mano, y el uso puntual de disolventes.

Los sistemas de aplicación manual de PUA son muy similares a los productos de poliuretano en lo que se refiere a sus aplicaciones y propiedades.

2.4.3. ÁREAS DE APLICACIÓN

2.4.3.1. Impermeabilización

a) Techos

Los techos, particularmente los planos, ponen el listón alto a cualquier sistema de impermeabilización, en especial si la estructura del techo tiene muchas aperturas complicadas (p.e.³ aire acondicionado, claraboyas,

³ p.e.: Por ejemplo.

chimeneas, etc.) En estos casos, el uso de un material impermeabilizante líquido que se adapte fácilmente al perfil del techo ofrece grandes ventajas y es una solución de confianza. Tras secarse, aparecerá una membrana sin juntas. Gracias a la rápida reacción, incluso capas más gruesas se pueden aplicar en superficies verticales.

Las membranas de polímero para techo basadas en esta tecnología son de muy larga duración. Las propiedades más destacadas de los revestimientos con polímero son su alta resistencia (incluso aunque aparezca el color amarillento por efecto de los rayos del sol) y su flexibilidad, incluso a bajas temperaturas, que asegura que cualquier movimiento en la estructura del techo sea compensado por el revestimiento.

b) Bloques de concreto

La impermeabilización de los bloques de concreto y las franjas perimetrales en la calzada es una de las áreas clásicas de aplicación de capas líquidas proyectadas. El uso de sal para el deshielo de las carreteras en los meses de invierno incrementa el riesgo de penetración de cloruros en el concreto. La composición más frecuente es:

- Substrato de concreto: limpiado por arenado
- Imprimación de epoxi, mezclado con arena de cuarzo
- Capa de impermeabilizante, puente ante fisuras (= membrana líquida proyectada)
- Capa de adherencia
- Asfaltado

En la actualidad, son sólo productos de poliuretano o híbridos de poliuretano. El asfalto se suele verter en el tablero sobre la capa de polímero líquido a una temperatura aproximada de 230 – 250 °C. El polímero posee la estabilidad térmica necesaria y, por lo tanto, se puede utilizar como capa impermeabilizante.

Figura 6: Puente de San Mateo en San Francisco.



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009).

Los ejemplos en otros países demuestran que el polímero ha sido utilizado con éxito para reparar otros elementos de concreto en grandes puentes como probetas, pilotes y vigas. Un ejemplo claramente ilustrador es el Puente de San Mateo en San Francisco (California, USA).

En la Europa occidental, los sistemas de polímero todavía no han ganado terreno en este campo de aplicación debido principalmente al alto precio del material.

c) Vías de ferrocarril

En la construcción de vías de ferrocarril, se hace una distinción entre las vías y la subestructura. Las capas/mantos intermedios (también elastómeros) son una parte de las vías, y también existe una construcción llamada vía en placa. Con este último sistema, que ha ido ganando terreno sistemáticamente desde los años 90, especialmente para los anchos de alta velocidad, las vías se atornillan al asfalto o al concreto. Como material impermeabilizante, el polímero puede ser una respuesta fiable para esta aplicación, ya que una capa de polímero no sólo flexible

impermeabiliza el sólido de la calle, además ofrece propiedades excepcionales en cuanto a la impermeabilidad a las sales y viscosidad. Los plásticos fluidos no son críticos para la subestructura.

d) Impermeabilización de la base de los tramos de vía

Si la amortiguación de la vibración de las vías se produce sobre una base de balasto de piedra, las bases de balasto en los puentes y las líneas de concreto deben ser protegidas frente a la abrasión del balasto y frente a la penetración de agua. (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

En los puentes de concreto, después de la pulverización de la superficie de concreto, se aplica una imprimación de epoxi antes de proyectar, aplicando una membrana de polímero impermeabilizante de un grosor medio de 5 mm. Dicha membrana tendrá que soportar hasta 100 kPa de presión de agua, tener una fuerza adherente de, por lo menos, 1 MPa, y ser resistente a la sal, el aceite y la radiación solar. A bajas temperaturas, la elongación de la membrana debe superar el 100% para resistir el avance del agrietado estático y dinámico del concreto. La resistencia a la temperatura oscila desde los -40 °C hasta cargas puntuales de temperatura de 250 °C. Un ejemplo de uso de PUA en puentes de ferrocarril es la nueva Bothnia Line en el norte de Suecia.

e) Impermeabilización de túneles

Las figuras 10a y 10b muestran la composición típica de la construcción de un túnel, una con membrana de aluminio impermeabilizante convencional, y la otra con una membrana impermeabilizante de PUA. En el túnel principal, la membrana impermeabilizante se sitúa detrás de la fundición interna de concreto. En el túnel de servicio y en el área de evacuación de emergencia, la membrana impermeabilizante es la capa visible (no se utiliza fundición de concreto). Existen diferentes requisitos para las distintas construcciones desde el punto de vista de comportamiento frente al fuego: para la construcción tipo “sándwich” con la membrana detrás de los elementos de concreto, con la norma.

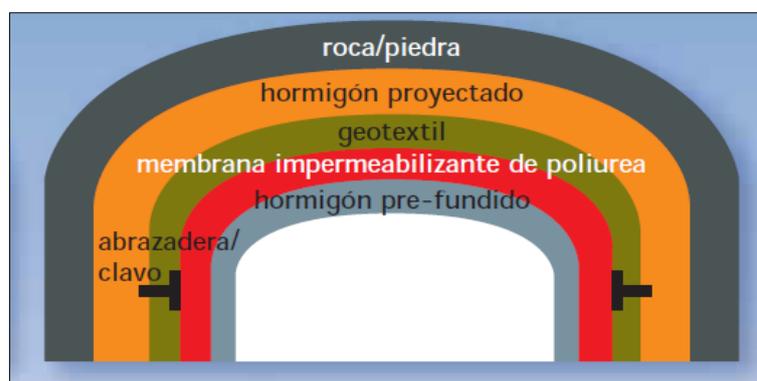
La principal ventaja al usar revestimientos de polímero en una construcción tipo “sándwich” en el túnel principal es la buena adherencia a los textiles húmedos o al concreto proyectado. Sin embargo, los aluminios impermeabilizantes convencionales requieren ensamblaje mecanizado o con adhesivos.

Los revestimientos de polímero emiten relativamente bajas cantidades de monómeros reactivos durante la aplicación. Esto necesita ser verificado a través de más investigaciones, ya que los monómeros de isocianato en los aerosoles están prohibidos durante la aplicación en túneles largos (longitud aproximada > 5000 m, dependiendo de la capacidad de ventilación). El mayor reto en esos túneles tan largos es asegurar la cantidad de intercambio de aire necesaria.

Figura 7: Construcción típica de un túnel. (a) Sistema de capa de plástico convencional (b) con membrana impermeabilizante de polímero.



(a)



(b)

Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

f) Impermeabilización en contacto con el suelo y agua subterránea

Excepto para aplicaciones caras y específicas, la impermeabilización con polímero proyectada en zonas en contacto con el suelo (impermeabilización subterránea) no se ha hecho popular en Europa. Pero, particularmente en Suiza, se han impermeabilizado galerías con cargas dinámicas, aunque en su mayoría usando sistemas híbridos de PU-PUA⁴.

Fuera de Europa, por ejemplo, se conectaron dos islas para la construcción de un aeropuerto en Incheon, Korea. En este caso, la estructura de concreto del metro y el ferrocarril fue impermeabilizada contra la presión del agua de mar desde el exterior con una imprimación de PU y revestimiento de polímero.

Puntualmente se han protegido con revestimientos de PUA estructuras de puentes de concreto en una zona de mareas. En esos casos, la aplicación rápida durante los intervalos entre mareas supuso una ventaja sustancial (p.e. el puente San Mateo en California, USA).

En ingeniería hidráulica y esclusas, los sistemas de poliurea o híbridos se utilizan sólo como revestimiento industrial en estructuras de acero prefabricadas. El uso de PUA para la protección del concreto en este campo se desconoce a día de hoy.

⁴ PU-PUA: Poliuretano - poliurea

Figura 8: Aplicación de PUA.



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

2.4.3.2. Protección frente a la corrosión en puentes de acero

La poliurea es altamente efectiva en la protección del acero frente a la corrosión con el paso del tiempo. Hay numerosos ejemplos que lo demuestran, como los revestimientos en recipientes de acero y depósitos, abrevaderos, vigas de hierro, etc. En estos casos de uso exterior en puentes, aparecen ventajas sustanciales como los tiempos de reacción cortos, la aplicación rápida y la relativa insensibilidad a parámetros externos. Mientras tanto, existen un número de objetos de prueba y superficies reparadas que demuestran las ventajas de la utilización de poliurea para proteger el acero en los puentes.

Algunos ejemplos en los Estados Unidos también demuestran que la poliurea se puede usar con éxito para la reparación y la protección frente a la corrosión en estructuras de acero, incluyendo puentes. Dichas superficies se han revestido en el puente Golden Gate.

A pesar de la positiva experiencia que se ha extraído por todo el mundo, la tecnología con poliurea está ganando adeptos muy lentamente en Europa en este campo de aplicación.

Figura 9: Puente Golden Gate.



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

2.4.3.3. Protección del concreto

a) Suelo industrial y sellantes

Los suelos de plantas de producción, talleres, almacenes, etc. están sometidos a cargas pesadas. Las carretillas industriales pueden pesar toneladas y la contaminación con aceites, carburantes y productos químicos se cobran un alto peaje en los suelos. Los procedimientos de limpieza con vapor caliente y los productos de limpieza industrial agresivos también afectan a los suelos.

Gracias a su específico perfil de propiedades – alta elasticidad combinada con resistencia a la abrasión y una muy buena estabilidad térmica – los revestimientos con poliurea confieren una protección de confianza frente a esas cargas. Las propiedades de los revestimientos se pueden formular específicamente para cargas típicas, a través del uso selectivo de las materias primas apropiadas.

En el sector de los suelos industriales y los sellantes, los revestimientos con poliurea presentan dos ventajas destacables:

1. Su mayor tolerancia climática una vez aplicados y secados

Esto aumenta considerablemente el periodo del año en el que se pueden aplicar – desde principios de primavera a finales de otoño – y reduce las interrupciones causadas por las inclemencias meteorológicas (p.e. lluvia).

2. Su rápida aplicación y secado

Especialmente para los casos de rehabilitación, el tiempo de inactividad (p.e. de producción) contribuye a un considerable aumento de los costes finales. Debido a que se pueden aplicar con rapidez (p.e. con un equipo de proyección de 2 componentes) y secan igualmente deprisa (aplicación de revestimientos poliaspárticos por proyección), los tiempos de ejecución se ven considerablemente reducidos si los comparamos con los sistemas convencionales.

b) Suelos para instalaciones deportivas y parques infantiles

Debido al número de cargas referentes a la elasticidad, así como a las cargas mecánicas, las pistas de atletismo en los estadios deportivos o los suelos en gimnasios y polideportivos se deben cubrir con revestimientos de la más alta calidad.

En esta área especial de aplicación, se utiliza un material de revestimiento de 2 componentes con polímero basado en tecnología poliaspártica estable a la radiación solar para hacer revestimientos no desteñibles, con capa final resistente a la abrasión y con línea de colores.

c) Revestimientos para garajes y rampas

Las membranas de poliurea por sí solas o mezcladas con una capa protectora de desgaste pueden resistir las cargas químicas y mecánicas típicas de las superficies por las que rueda el tráfico de vehículos. Los revestimientos se distinguen por su alto nivel de elasticidad y una larga vida útil. La resistencia a la abrasión requerida se puede obtener formulando los requisitos específicos. Estos revestimientos también se pueden teñir permanentemente si añadimos pigmentos inorgánicos.

d) Revestimientos para balcones y terrazas

En el campo de capas finales resistentes a la radiación solar, los poliuretanos de un sólo componente son frecuentes, aunque desde hace un tiempo han comenzado a aparecer las poliureas poliaspárticas. Además de sus estupendas prestaciones mecánicas y la resistencia a la radiación solar, también ofrecen la ventaja de un secado rápido.

e) Revestimientos internos para torres de refrigeración

Los revestimientos internos para torres de refrigeración están sometidos a cargas muy fuertes, debido a la condensación de humedad y humos. Con el fin de conferir protección de larga duración a la estructura de concreto, es necesario usar revestimientos altamente resistentes a los productos químicos. En Estados Unidos y Asia, la PUA ha mostrado grandes ventajas técnicas en la construcción de centrales eléctricas.

2.4.3.4. Protección frente al agua

Debido a que, por un lado, el concreto no es completamente resistente a muchos químicos líquidos cuando se usa en depósitos colectores y, por otro, los depósitos de concreto se deben dimensionar y fabricar de manera especial para asegurar su estanqueidad y su inmunidad a las grietas, tanto los depósitos colectores como los suelos en instalaciones de almacenaje, rellenado y manipulación de líquidos peligrosos deben estar efectiva y permanentemente protegidos frente a la penetración de

estos líquidos. Los revestimientos con PUA sellantes de grietas y resistentes a los productos químicos cumplen los requisitos para las mencionadas aplicaciones y pueden garantizar la deseada protección durante muchos años. También se pueden utilizar en aplicaciones al aire libre y con fuertes cargas mecánicas (p.e. con tráfico de vehículos directo).

2.4.3.5. Reparación de tapas de alcantarilla, conductos de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales

Una de las primeras aplicaciones de la poliurea data de cuando se utilizaba como material para la reparación de tapas de alcantarilla en los Estados Unidos. La condición de aplicación en obras como depósitos de sedimentación, sistemas de alcantarillado, colectores de grasa, etc. que suelen ofrecer altos niveles de humedad, plantean problemas difíciles de resolver. El concreto de estas estructuras sufre mayor corrosión y daños que el de otras estructuras, debido al ataque de ácido sulfúrico biogénico. (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

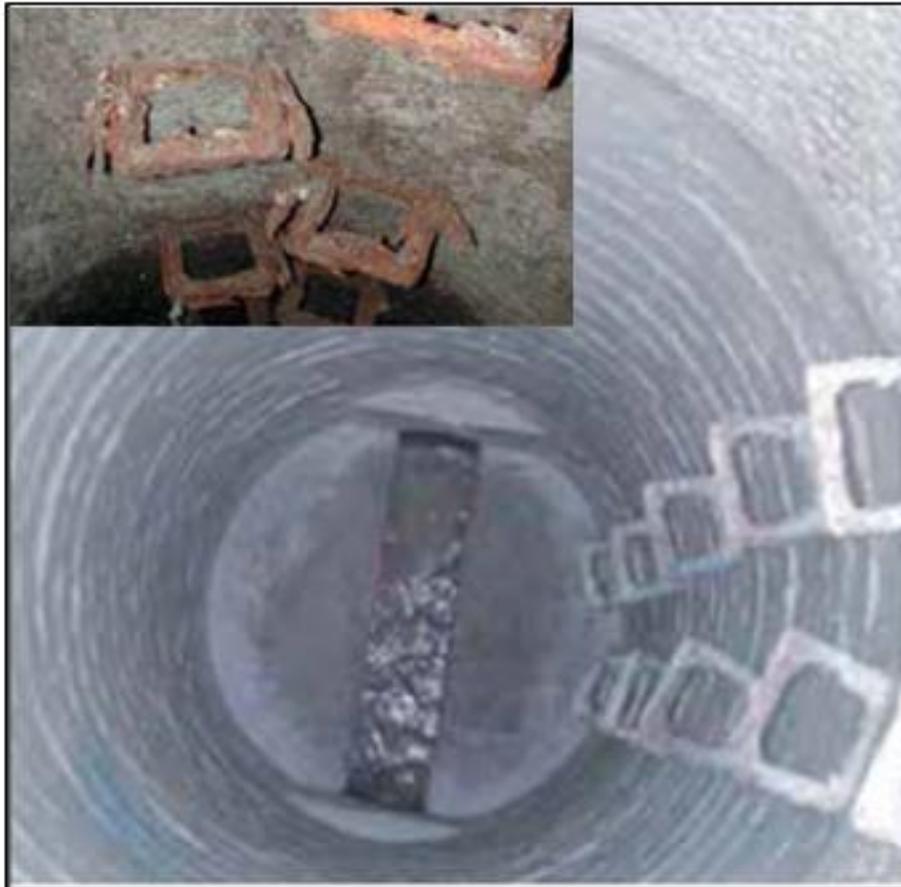
Las ventajas al utilizar la poliurea para la reparación de estructuras de conductos son, no sólo su resistencia al ácido sulfúrico, sino su relativa insensibilidad a la alta humedad ambiental y su capacidad para ser aplicada con confianza a bajas temperaturas.

Como norma, la poliurea se adhiere suficientemente, incluso al concreto que no esté totalmente seco. Sin embargo, y particularmente cuando use poliurea, el aplicador deberá tener especial cuidado durante el proceso. La superficie debe estar siempre correctamente preparada (las superficies de concreto deben prepararse con agua a muy alta presión, granallado⁵, la temperatura en el momento de la aplicación debe estar como mínimo 3 °C por encima de la del punto de rocío y, si ese no fuera el caso, se debe usar equipo de calefacción). Con el substrato preparado correctamente, la poliurea ha demostrado ser de confianza incluso sobre

⁵ Granallado: El granallado es un procedimiento que utiliza micro-perdigones de acero de diámetro comprendido entre 1,7 y 2,0 mm para bombardear la superficie del revestimiento.

la fibra de vidrio o el poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP). Se han llevado a cabo y aplicado satisfactoriamente muchas técnicas innovadoras en este campo.

Figura 10: Polímero en planta de tratamiento de agua residual.



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

2.4.3.6. Embalses de agua potable y piscinas

En los países europeos se usan, las aminas alifáticas y los isocianatos se utilizan como materia prima para los productos de poliurea usados en zonas de agua potable.

También son usadas para revestimientos en piscinas para la impermeabilización; aplicada como un material líquido y que se adapte a

la geometría de una piscina resulta particularmente económica y de confianza. Después de seca, se convierte en una membrana sin costuras. Debido al gran número de químicos que acaban en el agua de la piscina, (p.e. desinfectantes, cremas solares y aceites) así como la radiación solar, las capas finales de revestimiento destinadas al efecto deben someterse a requisitos muy estrictos.

2.4.3.7. Aplicaciones decorativas

a. Fachadas

Las poliureas alifáticas son fáciles de aplicar como revestimiento proyectado sin aire y no son propensas a desaparecer porque tiene una reacción rápida, lo que resulta en un menor número de burbujas por humedad y una superficie uniforme. Por ese motivo, las poliureas alifáticas en particular han demostrado ser apropiadas como revestimiento de superficies tridimensionales hechas de materiales de espuma, madera, concreto o escayola. La amplia variedad de grosores de capa y las superficies resultantes fuertes mecánicamente hacen que la PUAs sea el material a elegir. No hay límite para la realización de las ideas artísticas de un arquitecto o un diseñador. (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

En estos casos las propiedades de resistencia frente al fuego de los productos de PUA se deben demostrar de acuerdo con las normativas válidas.

b) Diseño de parques temáticos

A menudo se utilizan materiales de construcción hechos de poliestireno o espuma de PU para la creación de paisajes y esculturas en parques temáticos o para exposiciones.

Gracias a su rápido secado y a que muestran notables propiedades mecánicas, los sistemas de proyectado con poliurea aromática altamente reactiva se usan para proteger las estructuras básicas y reforzar la

superficie. Los revestimientos de color estable son utilizados para decorar y sellar la superficie.

Un claro ejemplo de este tipo de aplicación es la “Ambiorix” de 10 metros de altura creada para el parque temático Land Van Ooit en Tongeren, Bélgica.

2.4.3.8. Revestimientos de madera flexible

Contra todo pronóstico, la poliurea es adecuada para el recubrimiento de materiales de madera debido a su alta flexibilidad y su buena permeabilidad de vapor de agua.

La moda arquitectónica de diseñar fachadas sin costuras ni juntas con libertad en cuanto a diseño y colores requiere de refuerzo y de materiales sin juntas que sólo se pueden elaborar con revestimientos elásticos proyectados y, en muchos casos, debido a la elevada elongación requerida, sólo con sistemas híbridos de PU-PUA.

La experiencia con estos sistemas se limita a solo unos pocos edificios (el Parasol en Sevilla, España, se está construyendo usando un sistema híbrido de PU/PUA) y, por el momento, no se dispone de experiencia sobre este tipo de aplicaciones.

2.4.4. REACCIÓN AL FUEGO

Las formulaciones de poliurea sin retardantes de llama adicionales se suelen asignar a la clase E de fuego europea o, cuando se utilice como revestimiento de suelo, de acuerdo con la norma EN 1350-1⁶.

Se pueden lograr clases de fuego más altas añadiendo retardantes de llama.

Debido a que los sistemas de carpeta de PUA se pueden aplicar rápidamente, secan deprisa, desarrollan resistencia al bloque con

⁶ Norma EN 1350-1: Norma europea de clasificación de productos de construcción y elementos para la edificación, en función al comportamiento frente al fuego.

rapidez, y se pueden aplicar en capas muy gruesas, cada vez se utilizan más para sistemas intumescentes.

2.4.5. MATERIAS PRIMAS DE LOS POLÍMEROS

2.4.5.1. Polisocianatos

Los polisocianatos, los isocianatos poliméricos u oligoméricos y sus pre-polímeros son utilizados en el sector de la construcción en la actualidad.

Predominan los sistemas de poliurea basados en un diisocianato de difenilmetileno (pre-polímeros MDI u homólogos). Los pre-polímeros MDI que se utilizan contienen grupos de isocianato entre un 10 y 18% por norma. (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

Para la producción de las preparaciones usadas en el sector de la construcción, los fabricantes de materias primas utilizan en sus plantas industriales monómeros clasificados como perjudiciales a altamente tóxicos. En plantas de producciones químicas diseñadas y equipadas para alta seguridad de procesos, estas materias primas se convierten en productos intermedios con un potencial dañino sensiblemente menor. Estos productos intermedios son suministrados a los formuladores para la producción de productos finales para el sector de la construcción.

Aunque el MDI está clasificado como perjudicial, no existe riesgo si se usa correctamente debido a su baja volatilidad (el valor TLV prácticamente nunca se alcanza a temperatura ambiente). Como resulta que la mayoría de aplicaciones con poliurea son proyectadas, el aerosol resultante que contiene isocianato debe ser tenido en cuenta al medir el TLV.

Los pre-polímeros de isocianato basados en el diisocianato de hexametileno (HDI) como principal ingrediente, etiquetados como no tóxicos y utilizados, por ejemplo, en revestimientos inalterables a la luz y resistentes a la intemperie para balcones o fachadas, contienen menos del 0.5% de este monómero.

Los pre-polímeros de isocianato basados en el diisocianato de tolueno (TDI) como principal ingrediente, los cuales también son etiquetados

como no tóxicos y utilizados en revestimientos elásticos para p rquines, contienen menos de un 0.1% de este monómero, por ejemplo.

Como resultado, los usuarios del producto final reciben productos s nteticos prácticamente libres de sustancias críticas, y también se pueden aplicar manualmente.

Debido a que los sistemas de poliurea suelen aplicarse mediante proyectado, se deben tomar sistemáticamente una serie de medidas de seguridad selectivas, como vestimenta apropiada, protección del aparato respiratorio, ventilación, o uso de cabinas de proyección.

En casos aislados accidentales, con intenso o repetido contacto con la piel, los isocianatos aromáticos pueden causar asma alérgico.

Aquellas personas sensibles a los isocianatos no deberán trabajar con productos de construcción que contengan estas sustancias.

2.4.5.2. Aminas

Podemos encuadrar las aminas usadas en el sector de la construcción dentro de uno de los siguientes grupos de producto: aminas de polieteraminas, aminas cicloalifáticas, y aminas aromáticas con impedimento estérico.

En el componente B se suelen usar mezclas de diferentes aminas, dependiendo de las propiedades que queramos conseguir del producto, y predominan las polieteraminas.

Éstas tienen pesos moleculares de entre 400 y 5000; además, reaccionan excepcionalmente rápido con los grupos de isocianato. Dicha reactividad se mantiene prácticamente intacta incluso a temperaturas ambiente muy bajas, lo que hace que no se necesiten catalizadores.

Junto con las polieteraminas, los llamados alargadores de la cadena se utilizan como modificadores. Éstos son diaminas aromáticas con impedimento estérico o diaminas cicloalifáticas secundarias que intervienen en el proceso de reticulación.

Otro grupo donde predominan las diaminas cicloalifáticas secundarias son los ácidos ésteros aspárticos (poliaspárticos) que se utilizan principalmente en sistemas de aplicación manual.

Si se toman las medidas de seguridad adecuadas y se utiliza el material correctamente, estos materiales no representan ningún riesgo para la salud.

Figura 11: Aplicación de la amina



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

2.4.5.3. Polieteraminas

Son altamente alcalinas y pueden causar irritación de las membranas mucosas, incluso pueden llegar a quemar la piel. Dependiendo de la longitud de la cadena y del nivel de ramificación, su toxicidad varía desde prácticamente no tóxicas (lineales, cadena larga) a tóxicas (altamente ramificadas) cuando se tragan. Las polieteraminas no muestran propiedades mutagénicas y no se consideran sensibilizadoras de la piel.

La clasificación de peligro medioambiental no es uniforme e incluye tanto sustancias etiquetadas como medioambientalmente peligrosas, como otras sustancias que no necesitan dicha etiqueta debido a que sus efectos son insignificantes.

2.4.5.4. Aminas cicloalifáticas

Dependiendo de las respectivas estructuras, las propiedades de las aminas pueden variar. Generalmente son clasificadas como tóxicas o perjudiciales y algunas pueden causar quemaduras si se tragan. No irritan la piel por norma, pero pueden tener un efecto sensibilizador sobre la piel. Por lo que se refiere a su comportamiento en el medio ambiente, son consideradas tóxicas por los organismos del agua y pueden tener un efecto perjudicial en sistemas de agua con el paso del tiempo.

2.4.5.5. Aminas aromáticas con impedimento estérico

El potencial de irritación de esta clase de sustancias no está claramente definido. Los componentes no suelen irritar la piel, aunque algunos irritan los ojos. Ciertos miembros de este grupo de productos son dañinos sólo con una simple exposición, mientras que otros no son prácticamente tóxicos. Sin embargo, las aminas aromáticas pueden interrumpir el transporte de oxígeno en la sangre y se ha comprobado que tienen propiedades sensibilizadoras para la piel. La mayoría de las aminas con impedimento estérico están clasificadas como perjudiciales para el medio ambiente y convenientemente etiquetadas. Las empresas miembros de Deutsche Bauchemie sólo utilizan para revestimientos con poliurea aquellas aminas aromáticas clasificadas como no cancerígenas.

2.4.5.6. Diluyentes reactivos

Se utilizan puntualmente en los sistemas de poliurea para reducir la viscosidad del componente de isocianato y para la mejorar las propiedades de caudal de la capa proyectada.

Debido a que están adheridas a la matriz del polímero, no contribuyen a las emisiones de COV (compuestos orgánicos volátiles).

2.4.6. RELLENOS, PIGMENTOS Y RETARDANTES AL FUEGO

2.4.6.1. Rellenos y pigmentos

Los rellenos y los pigmentos se suelen añadir a los revestimientos, pero, a resultas de que la viscosidad del sistema se debe mantener baja, la cantidad autorizada está limitada.

Los rellenos se utilizan normalmente para alterar las propiedades mecánicas y reducir los costes del revestimiento. Se usan rellenos inertes químicamente como las baritinas, el polvo de cuarzo y también los rellenos de refuerzo de silicio, incluyendo fibras de vidrio cortas.

Los pigmentos se añaden en forma de polvo, como colas preparadas o dispersas en aminas polietéreas, tanto para añadir color en general como para comprobar la proporción de mezcla correcta. Para la pigmentación se utilizan pigmentos orgánicos o inorgánicos.

Debemos comprobar la idoneidad de los pigmentos o las colas de pigmento antes de usarlos, ya que podrían causar floculación o perturbar la química del sistema.

Los rellenos de pH casi neutro y los pigmentos son un requisito previo imprescindible para una larga vida útil de dichos sistemas de revestimiento. Tanto la alcalinidad como la acidez de los rellenos y pigmentos utilizados afectan el tiempo de duración del trabajo.

2.4.6.2. Retardantes al fuego

Los productos retardantes al fuego son generalmente el resultado de formulaciones desarrolladas específicamente, que se ajustan para cumplir los requisitos respectivos.

Esto hace prácticamente imposible una comparación directa entre las diferentes clases de retardantes al fuego, aunque sí podemos hacer una evaluación "a grosso modo".

Los retardantes al fuego halogenados son altamente efectivos en su fase gas, asegurando así un efecto retardante en prácticamente cualquier tipo de sustrato. Los compuestos de halógeno también presentan inconvenientes porque liberan ácidos hidroháluros corrosivos, normalmente incrementan la densidad del humo y también porque forman productos de combustión tóxica.

Un retardante de llama halogenado utilizado en sistemas de poliurea es el tris (2- cloroisopropilo) fosfato (TCPP). Debido a que no está adherido a la matriz del polímero, puede contribuir a las emisiones COV. También se le conoce un efecto plastificante que, dependiendo de la cantidad añadida, puede tener una influencia negativa en las propiedades mecánicas. El TCPP también está clasificado como perjudicial.

Cada vez más, los usuarios finales exigen retardantes al fuego que sean estables a la migración y sin halógeno. En caso de producirse fuego, los retardantes al fuego halogen-free (sin halógeno) tienen la ventaja que los humos no contienen gases de tiro corrosivos.

Los retardantes al fuego sin halógeno que intervienen químicamente y/o físicamente son también muy eficientes. Pueden tener su base en el polifosfato amónico, por ejemplo.

2.4.7. TRATAMIENTO DE POLÍMEROS PARA SU USO

El aspecto primordial durante la aplicación de la poliurea es la mezcla. Conseguiremos una mezcla minuciosa utilizando una cámara de mezcla con limpieza mecánica. La presión y temperatura de trabajo son vitales para obtener resultados de mezcla óptimos.

Una forma útil de identificar los recipientes es marcándolos con diferentes colores. El recipiente para el componente de isocianato debería marcarse en ROJO, mientras que el recipiente para el componente de amina AZUL. Esta regla para la identificación ha sido adoptada por la mayoría de fabricantes de maquinaria (marcan las bombas y los recipientes de almacenaje) ya que equivocarse con los componentes cuando hablamos de equipos de proyección de alta presión puede conducir a un daño severo.

La alta velocidad de reticulación de los polímeros y su corto tiempo de mezcla hace que aplicar a alta presión sea necesario. Cuando se calcule en la misma obra, el sistema se debería formular preferiblemente en base a una proporción de mezcla 1: 1 (partes por volumen). La presión de trabajo varía entre 150 y 250 bar. La viscosidad de ambos componentes debería ser lo más parecida posible con una temperatura de trabajo idealmente por debajo de 100 mPa*s.

La viscosidad del componente B es de aproximadamente 900 mPa*s a 25 °C y desciende a temperatura de trabajo (hasta máx. 80 °C) por debajo de 100 mPa*s. Un contenido de NCO más bajo en el componente A conlleva reactividad más baja y viscosidad más alta, pero también mayor elasticidad del revestimiento. Un contenido de NCO más alto reduce la viscosidad, lo que aumenta la miscibilidad con el componente B (para aplicaciones proyectadas) pero aumenta la reactividad y desemboca en una mayor dureza de la superficie del revestimiento. Un mayor contenido del isómero 2,4'-MDI reduce el tiempo de reacción y conlleva una mejor nivelación, lo que hace aumentar la calidad de la superficie.

Algunas investigaciones han mostrado que las propiedades de la capa de polímero difieren si se calcula a 65 °C, 70 °C y 80 °C mejoran con el incremento de la temperatura.

Las máquinas de proyección están equipadas para las siguientes posibilidades:

- Separar la regulación de temperatura de ambos componentes
- Fácil regulación de las proporciones de mezcla
- Fácil control de la producción
- Los parámetros de proceso se graban de forma clara

Los sistemas de polímero se calculan con un índice de NCO ligeramente aumentado en un rango de entre el 1.05 - 1.10. Debido a que los grupos de NCO reaccionan con la humedad, la pérdida de grupos de isocianato durante el almacenaje y/o el trabajo queda compensada. Las propiedades de la capa de polímero en una proporción de mezcla de 1: 1 partes por volumen han sido testeadas usando un índice que varía de 0.90 a 1.15. Los valores muestran claramente que las propiedades más notables se alcanzan con un índice de 1.05 o superior. Por debajo de 1.05, los valores varían mucho y se hacen imposibles de controlar incluso a cambios de índice de tan sólo 0.02.

Medidas de seguridad, equipo personal de protección

La inhalación o el contacto con la piel pueden causar reacciones dañinas y/o alérgicas.

A la hora de trabajar, debemos recordar:

- Llevar puestos guantes de protección adecuados, gafas de seguridad y traje de protección
- Usar protección para el aparato respiratorio
- Trabajar sólo en espacios con buena ventilación

El trabajo debería ser efectuado únicamente por personal cualificado. Podrán encontrar más información útil en la versión extendida del Manual de Seguridad del producto.

Equipo personal de protección – ejemplo: proyección con pistola

Protección del aparato respiratorio (con buena ventilación): filtro de partículas con capacidad de retención media para partículas sólidas y líquidas (p.e. EN 143 o 149, tipo P2 o FFP2). De no haber suficiente ventilación, un equipo de respiración con suministro de aire fresco será imprescindible.

Protección de la piel – guantes de protección adecuados (según EN 374); para una exposición prolongada o contacto directo, índice de protección de clase 6 que corresponde a > 480 min. tiempo de permeación de acuerdo con EN 374): p.e. goma nitrílica de butadieno (0.4 mm), goma de cloropreno (0.5 mm), goma de butilo (0.7 mm) o similar.

Calzado de protección cerrado y de caña alta, así como un traje de protección para que ninguna porción de la piel quede expuesta al aerosol.

Protección personal para los ojos – gafas de seguridad con protección lateral según EN 166.

Figura 12: Equipo personal de protección para la aplicación de polímero.



Fuente: (Deutsche Bauchemie e. V., 2009)

2.4.8. MARCAS Y EMPRESAS QUE SE DEDICAN A LA ELABORACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS

2.4.8.1. Marcas más representativas en el Perú

- NEXSPRAY
- MASTERSEAL M 808
- HAPAM POLIURETANO
- PENTENS SPU – 1000
- Sistema Spray Duayen:
 - MS -968
 - MS -964
 - MS -962
 - MS -960

- MS -957
- MS -956
- MS -954
- MS -952
- MS -950

2.4.8.2. Empresas

- NEXUS
- GSL Polyurea
- URO-COVER
- DUAYEN

2.5. NEXSPRAY

NEXSPRAY, es un polímero nanotecnológico con contenido de óxido de titanio de dos componentes de sistema elastomérico, 100% libre de disolventes, 100% libre de material sólido, ecológico, no contaminante, no se agrieta ni se arruga en las articulaciones, toma la forma de la superficie y eleva la resistencia mecánica a la superficie aplicada. Su creación por termofusión le permite ser utilizado a los 20 segundos de su aplicación y tener una vida útil de hasta 50 años (GRUPO NEXUS).

Se aplica en las industrias de minería, petróleo, construcción, agricultura, pesca, salud, educación, etc. En áreas como campamentos mineros, zonas para relaves, pozas de lixiviación, represas, casas alto andinas, socavones, almacenes, talleres, tolvas de camiones, pavimentos industriales, talleres, comedores, áreas de recreo, barcos, autos, tuberías de oleoductos, gaseoductos, mineroductos, puentes, túneles, tanques con contenido de combustibles o gases peligrosos, piscinas, reservorios de agua, aulas de estudio, zonas de recreo, clínicas, hospitales, bancos, viviendas, etc. No requiere uniones ni sellados adicionales.

2.5.1. CARACTERÍSTICAS

Dentro de las características más resaltantes están el tiempo de secado de 10 segundos y el tiempo de endurecimiento de 21 segundos, la fuerza de arranque (tensible) es en promedio de 7.3 MPa (ASTM D412, DIN 53504) y la resistencia al desgarro (tear strenght) de 5.3 MPa (ASTM D412, DIN 53504) además de una flexibilidad de rompimiento (alargamiento) mayor o igual 250% (ASTM D412, DIN 53504). Y la vida útil en condiciones normales: 25 - 50 años (GRUPO NEXUS)

2.5.2. PROPIEDADES

NEXSPRAY es un polímero con tecnología de punta para el recubrimiento de superficies. Su nanotecnología lograda por termofusión le permite fusionarse con la superficie aplicada, formando un solo elemento casi imposible de separar, no permite que nada ingrese, se mezcle o adhiera a este polímetro por su porosidad extremadamente pequeña (1mm / 1´000,000) y no contiene solventes. (GRUPO NEXUS)

- Se utiliza en múltiples funciones y sobre todo tipo de superficies como pisos, paredes y techos, concreto, shocret, ladrillos, piedra, acero, fierro, madera, vidrio, asfalto, plástico, espuma, tecnoport, textiles, etc. Tiene gran capacidad de penetración y adherencia (termofusión), así sean lisas o porosas, incluso sobre el agua, el producto terminado se logra en 20 segundos.
- Se aplica en las industrias de Minería, Petróleo, Construcción, Agricultura, Pesca, Salud, Educación, etc. En áreas como campamentos mineros, relaveras, pozas de lixiviación, represas, casas alto andinas, socavones, almacenes, talleres, tolvas de camiones, pavimentos industriales, talleres, comedores, áreas de recreo, barcos, autos, tuberías de oleoductos, gaseoductos, mineroductos, puentes, túneles, tanques con contenido de combustibles o gases peligros, piscinas, reservorios de agua, aulas de estudio, zonas de recreo, clínicas, hospitales, bancos, viviendas, etc. No requiere uniones ni sellados adicionales.
- Solo un ejemplo: Para levantar una pared de ladrillos no se necesita arena, cemento y agua. Elimina el costo de materiales de construcción, sin costo de transporte por materiales a no usar, ahorro de mano de obra y plazos de obra

reducidos. Una pared levantada, tarrajada, pintada, antisísmica, acústica, ignífuga, antibacteriana, impermeable, etc. se logra en pocos minutos.

2.5.3. DESCRIPCIÓN DEL REACTOR

Para la aplicación del NexSpray se utiliza una máquina de tecnología avanzada, denominada Reactor NX-2 la que combina dos componentes base A y B. Este reactor toma lectura de la temperatura ambiente, humedad relativa y presión atmosférica, con estos parámetros determina la proporción diferenciada de combinación de los componentes base, absorbiéndolas y transportándolas por una manguera térmica acompañado de una línea de aire hasta la pistola de aplicación, donde se unen los componentes y se termo fusionaran a 80°C, recubriendo el objetivo a una distancia promedio de 70 cmts, 20 segundos después la temperatura baja a 25°C, el proceso ha culminado ya se puede utilizar.

El reactor necesita dos horas para lograr las temperaturas óptimas de aplicación de los componentes.

2.5.4. CONSIDERACIONES ESPECIALES

Es importante tener siempre presente estas consideraciones que permitirán tener conocimiento de los requisitos básicos necesarios para aplicar (recubrir las superficies), las reacciones normales, las reacciones especiales y las reacciones no deseadas. Estas consideraciones serán tomadas en cuenta para todos los casos de garantías.

- La superficie a imprimir deberá estar necesariamente debajo del 4.5% de humedad.
- En caso que las superficies superen este nivel de humedad, el recubridor presentara abultamientos (globos) producto de la evaporación de dicha humedad como reacción a los 80°C de aplicación. Estos abultamientos pueden formarse durante o después de su aplicación y muchos de ellos bajaran de volumen considerablemente y otros terminaran por desaparecer al cabo de 15 días de terminada la aplicación.
- La superficie a recubrir debe estar libre de contaminantes en su composición original (pinturas, aceites, aditivos, mantas, geomembranas, geotextiles, etc)

ya que estos reaccionaran a la temperatura de aplicación y afloraran a la superficie en forma de granos, pelusas, hilos, etc. que pueden provocar que la aplicación no cumpla al 100% su función.

- La superficie a recubrir debe estar limpia de polvo y otros elementos extraños.
- Una vez aplicado el recubridor NexSpray, tomara la forma de la superficie, es decir, lisa, rugosa, porosa, agrietada, abultada, etc.
- Se recomienda que las áreas a recubrir estén libres de instalaciones de todo tipo (maquinas, motores, tanques, equipos, etc). De no ser así, el tiempo de aplicación será muy superior al estándar calculado en 200m² / hora.
- En los casos que el recubridor NexSpray vaya a ser sometido a cualquier medio físico y/o mecánico distinto a las pruebas realizadas anteriormente, se recomienda que el cliente realice una prueba de laboratorio para certificar la eficiencia del producto en su operación.

2.6. DIVERSOS TIPOS REFORZAMIENTOS USADOS EN EDIFICACIONES

2.6.1. DIFERENCIAS ENTRE REFUERZO Y REPARACIÓN

Según (Dante Espeche, y otros, 2007) “el objetivo esencial de una intervención de refuerzo produce un incremento de capacidad estructural de admitir acciones (resistencia, ductilidad, rigidez, etc.), lo que se traduce implícitamente en la reutilización del elemento antiguo, para mejorar netamente sus prestaciones”. Algunas veces, el reforzamiento puede ser debido a un cambio de utilización de la estructura, o como en el caso de un puente, la probabilidad de incluir un carril más. Esto requiere que la columna o la viga soporten las actividades para las que no se diseñaron originalmente. Por el contrario, las medidas de reparación restablecen la capacidad estructural de diseño, adaptándola a la normativa o reglamentación vigente, ya sea porque se quiere alargar la vida útil de la estructura o para corregir errores en su diseño o construcción.

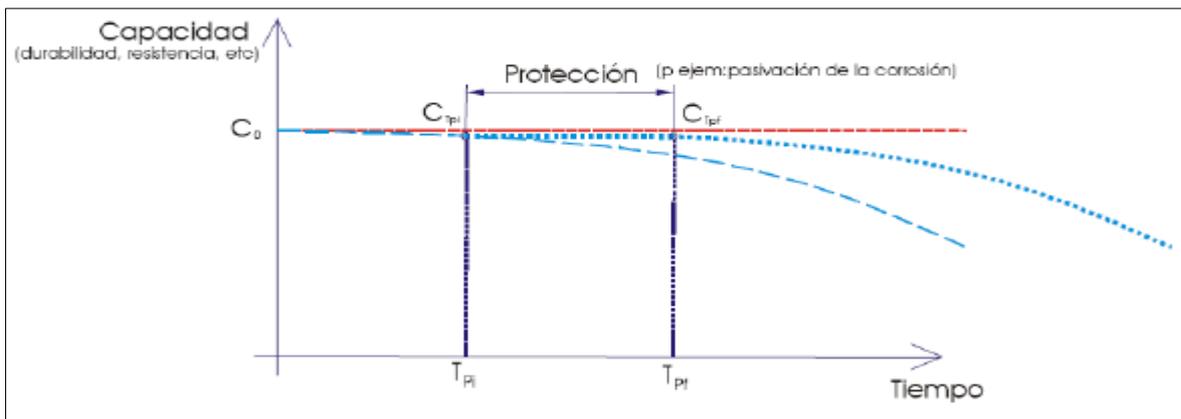
Entonces podemos decir que la reparación (ver figura 14) es restituir una estructura a su condición inicial, mientras que el reforzamiento (ver figura 15) es aumentar la seguridad de la estructura ante los sismos

Además, se debe de tener en cuenta el concepto de protección, que, en comparación a la reparación y el reforzamiento, no mejora el rendimiento, sino que

refrena o reprime el procedimiento de deterioro que podría producir en el elemento estructural.

En las siguientes imágenes (figuras 13 a 15) se muestra en diagramas los efectos de los tres conceptos citados: protección, reparación y refuerzo.

Figura 13: Efecto sobre la capacidad de la intervención de protección en función del Tiempo.



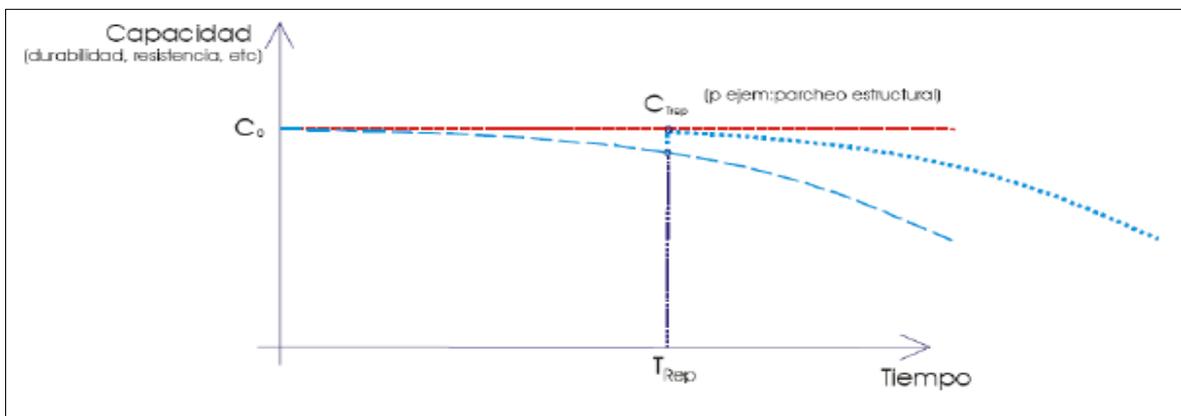
Fuente: (Dante Espeche, y otros, 2007)

C_0 = Capacidad en el inicio de la vida útil del elemento;

C_{tpi} = Capacidad en el momento inicial de la protección;

C_{tpf} = Capacidad en el momento final de la protección ($C_{tpi} = C_{tpf}$).

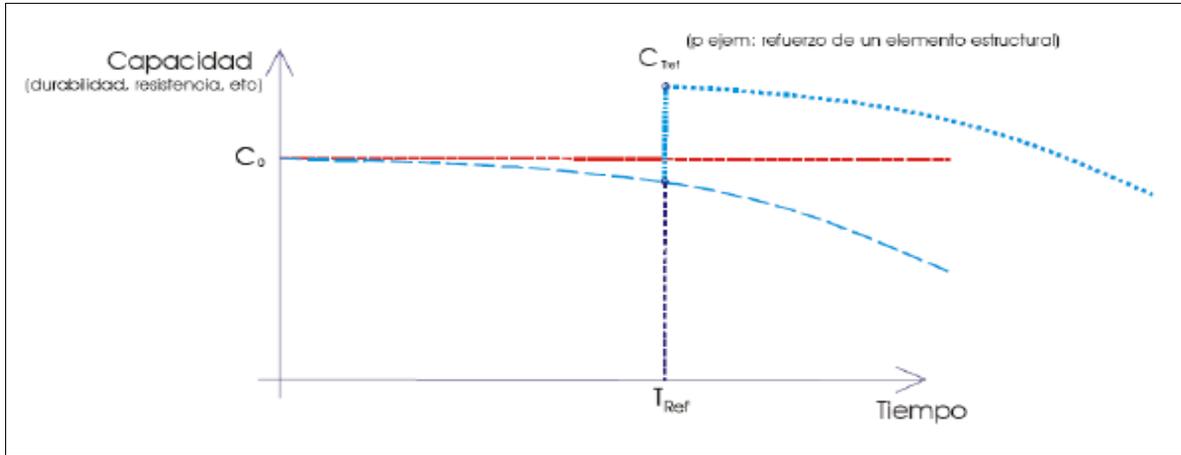
Figura 14: Efecto sobre la capacidad de la intervención de reparación en función del tiempo.



Fuente: (Dante Espeche, y otros, 2007)

C_{Trep} =Capacidad en el momento que se acomete la reparación

Figura 15: Efecto sobre la capacidad de la intervención de refuerzo en función del tiempo.



Fuente: (Dante Espeche, y otros, 2007)

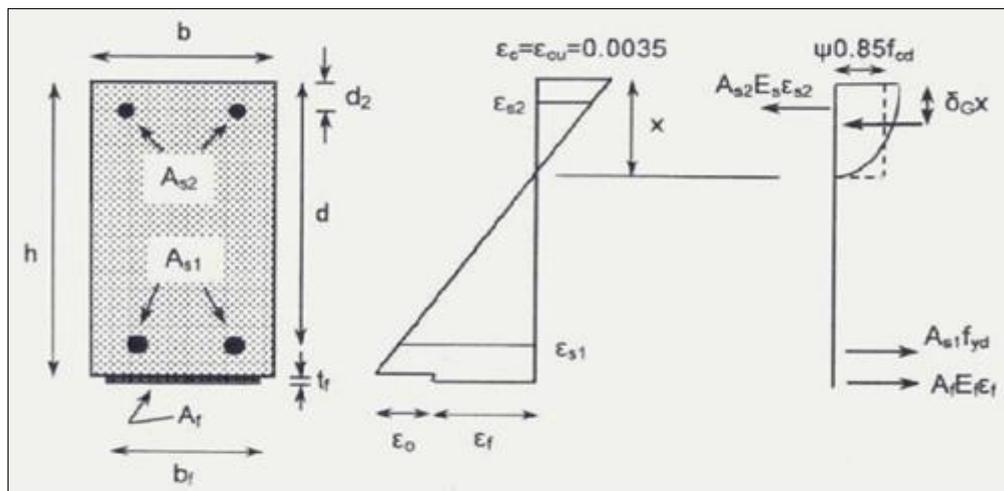
C_{Tref} =Capacidad en el momento que en que se efectúa el refuerzo.

2.6.2. TIPOS DE REFUERZO

2.6.2.1. Refuerzo a flexión

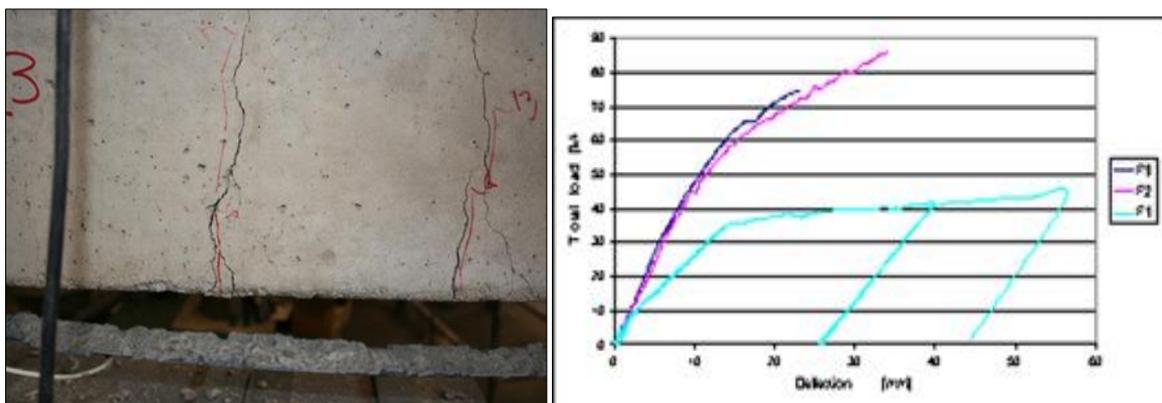
Como su nombre lo dice este refuerzo se usa incrementar la resistencia a flexión de vigas, losas, muros y otros elementos a flexión, por tanto, se adhiere en las zonas de tracción, con la dirección de las fibras paralela a aquella de mayores tensiones de tracción (eje del elemento).

Figura 16: Hipótesis de cálculo a flexión.



Fuente: (Arteaga, y otros, 2011)

Figura 17: Rotura por despegue y curvas cortante-flecha de vigas reforzadas a flexión.



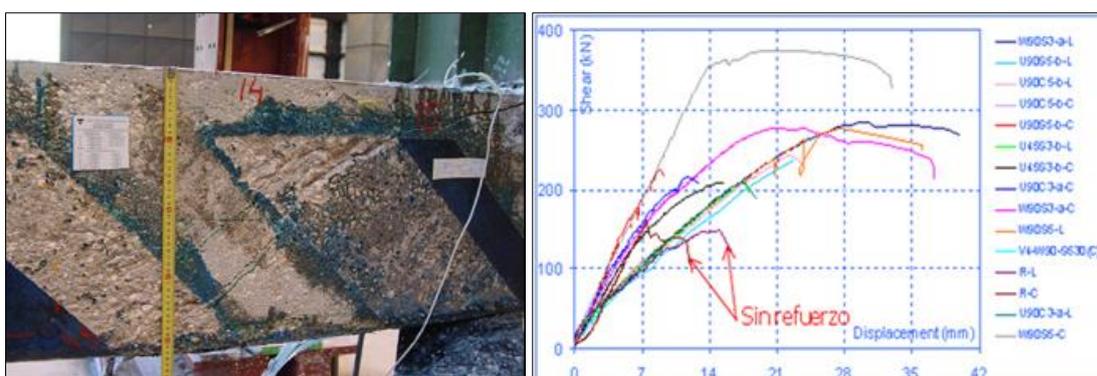
Fuente: (Arteaga, y otros, 2011)

2.6.2.2. Refuerzo a cortante

El refuerzo a cortante se aplica principalmente a vigas de concreto armado. En esta aplicación, a las ventajas generales hay que añadir la facilidad que poseen estos materiales para adaptarse a diferentes formas de la sección a reforzar.

Las distintas guías existentes dan indicaciones para su cálculo con diferencias en la definición de dos parámetros esenciales: la altura y deformación última efectivas del refuerzo.

Figura 18: Ejemplo de resultados del refuerzo a cortante (curvas cortante-deformación) y forma de rotura.



Fuente: (Arteaga, y otros, 2011)

2.6.3. DISPOSICIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DEL REFUERZO

2.6.3.1. Planteo de la necesidad del refuerzo

(Júlio , y otros, 2003) “... es el momento en el que se plantea la necesidad de realizar un refuerzo, puesto que este puede plantearse en cualquier instante de la vida útil de la estructura.”

En consecuencia, la respuesta a esta pregunta se centra en dos grupos de causas, que se examinan a continuación.

Durante la fase de proyecto y ejecución:

- Cuando existen errores de proyecto.
- Debido a una mala calidad de ejecución del concreto.
- Por un mal proceso constructivo.

Durante la vida de servicio:

- Rehabilitación en zonas de elevado riesgo sísmico.
- Envejecimiento de los materiales de construcción.
- Ante acciones accidentales como pueden ser choques, fuego, explosiones, etc.
- Por cambios de uso de la estructura.
- Adecuación a nuevas exigencias normativas.

A pesar de estas causas, hay errores humanos y deterioros concebibles que influyen en la permanencia del componente estructural.

El objetivo básico de un buen reforzamiento estructural en edificaciones es aumentar la capacidad de respuesta estructural ya sea de manera local (reforzamiento de elementos que integra la estructura) o como respuesta global (desempeño general de toda la estructura).

2.6.3.2. Evaluación del elemento estructural

El cometido principal antes de planificar el posible refuerzo de una estructura es examinar precisamente su estado actual para decidir si este refuerzo es factible.

Este procedimiento debe de realizarse cuando se tengan indicios de que el elemento ha sufrido algún daño, vaya a experimentar alguna modificación, cambie su uso, o bien cuando se requiera para verificar el cumplimiento de la normativa vigente.

Para ello, según (Tanner, 1999) se debe recopilar y estudiar la documentación existente, realizar inspecciones de campo y realizar un análisis estructural. Es necesaria la comparación entre la documentación recabada y el estado real de la estructura, especialmente a nivel constructivo, comprobando mediante la realización de catas u otros métodos la solución que se llevó a término (con el uso de pacómetros por ejemplo se puede comprobar el armado), así como la geometría real de los elementos o los materiales realmente empleados. Cuando no se dispone de información previa o ésta es incompleta, resulta totalmente imprescindible llevar a cabo una inspección minuciosa de la estructura para recopilar la información necesaria.

El análisis del refuerzo según (Dante Espeche, y otros, 2007) no debe ya sólo centrarse en el elemento a reforzar (véase un pilar o una viga), sino en la estructura en su conjunto. Esto debe hacerse desde un punto de vista estructural, valorando el mecanismo resistente y capacidad portante, así como desde el aspecto de la durabilidad, como la corrosión de las armaduras, disgregaciones, etc. De esta forma se tendrá una visión global del problema y se podrá plantear el refuerzo en un contexto adecuado.

Respecto a evaluación de la seguridad estructural esta debe hacerse según (Dante Espeche, y otros, 2007) de tres maneras diferentes: probabilista, semiprobabilista y determinista. Además, El proceso de diseño debe consistir en la verificación del estado límite de servicio (ELS) y del estado límite último (ELU), pudiendo prevalecer el primero.

Sin embargo, además del hecho de que es adecuado medir la seguridad, también es importante evaluar el informe de las cargas o el estado previo de tensión, ya que esto directamente influye en el análisis. Las columnas y vigas soportan un gran número de sollicitaciones a lo largo de su vida útil, como sobrecargas de usos, actividades accidentales, y otros; a lo que se incluye la redistribución de los esfuerzos por fluencia y retracción en los elementos. Esto crea una sucesión de las deformaciones acumuladas o el nivel de pre-deformación del componente, lo que es importante considerar cuando se verifique la capacidad portante remanente del elemento a reforzar.

2.6.3.3. Clasificaciones o estrategias de refuerzo

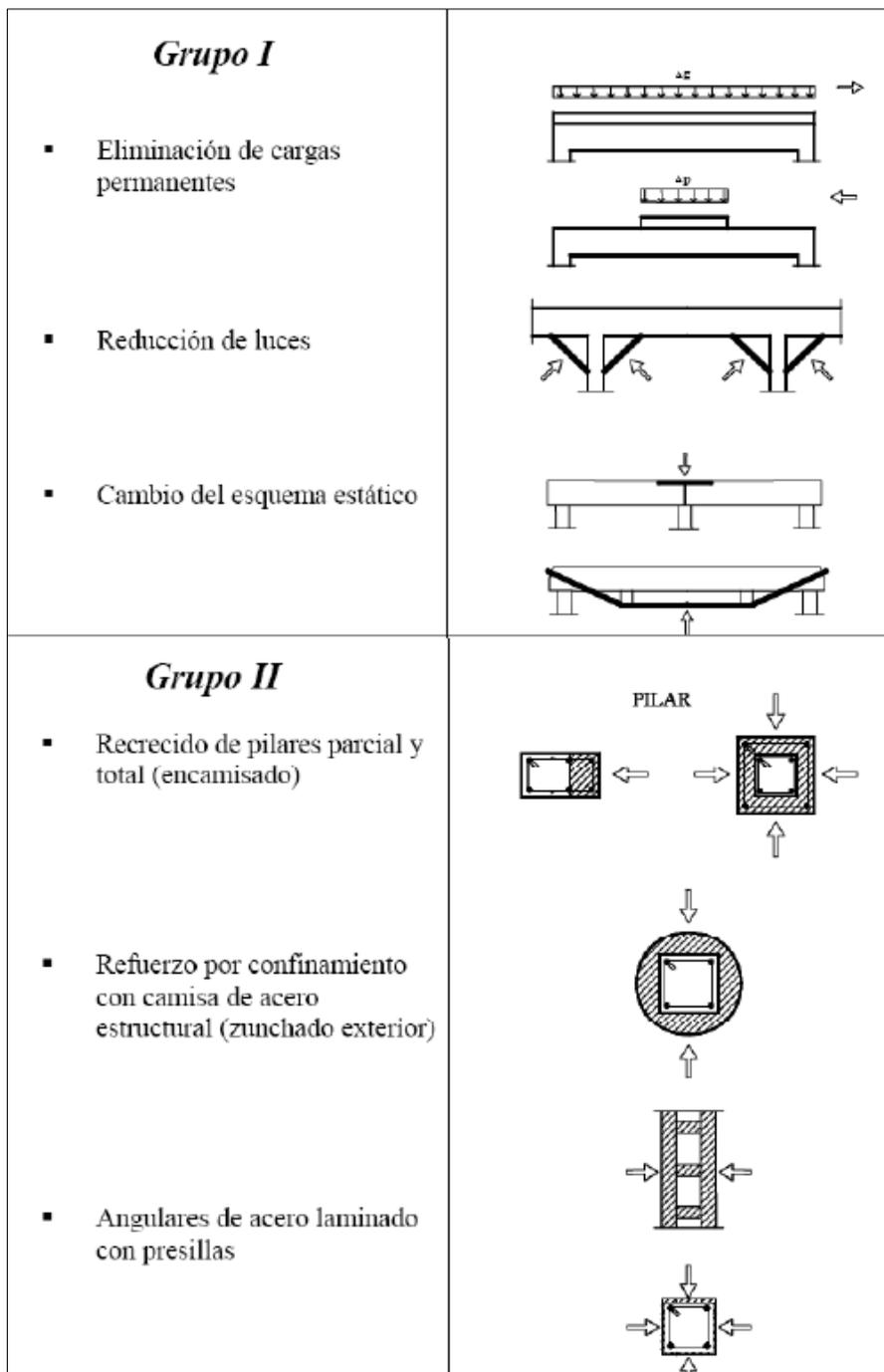
(Dante Espeche, y otros, 2007). Una vez planteada la necesidad, y estudiada su viabilidad, se dispondrá a elegir cuál va a ser el modo de refuerzo, en líneas generales, más adecuado para el pilar o estructura en cuestión. Más adelante se mostrarán en detalle las distintas tipologías de refuerzo más usadas en la actualidad, comparando sus prestaciones, ventajas e inconvenientes.

Según (Dante Espeche, y otros, 2007), las estrategias de refuerzo pueden ser clasificadas en principio en dos grupos:

En el grupo I se encontrarían aquellas estrategias de refuerzo en las que no se aumentan las dimensiones del elemento estructural. El refuerzo “físico” no existe, lográndose este por el cambio en el esquema estático global de la estructura, reduciendo las sollicitaciones sobre el pilar o viga afectados. Esto se consigue reduciendo la carga muerta, usando pretensado, disponiendo de apoyos intermedios en los vanos, etc.

En el grupo II por el contrario se incrementa la capacidad mecánica del elemento, reforzándolo por medio de distintas técnicas, como recrecido con concreto armado, empresillado con chapas o perfiles, o el uso de materiales compuestos adheridos al concreto con resinas epoxi. Ejemplos de cada grupo de estrategias de refuerzo se observa en la Figura 20.

Figura 19: Esquema gráfico con algunos ejemplos dentro de cada grupo de refuerzo.



Fuente: (Dante Espeche, y otros, 2007)

Sin embargo, según (Díaz Heredia, 2007), si atendemos al momento en que los nuevos elementos entran en carga, los refuerzos se pueden clasificar en activos y pasivos.

Según (Molins Borrell , y otros, 2004) también clasifica los refuerzos desde este punto de vista. Aclara como independientemente de la solución de refuerzo elegida, para que esta sea efectiva, es necesario que entre en carga. Y esta movilización de esfuerzos se puede conseguir de dos maneras, en el momento de la puesta en obra del refuerzo o posteriormente, al incrementar la carga que solicita al elemento reforzado.

Refuerzos activos:

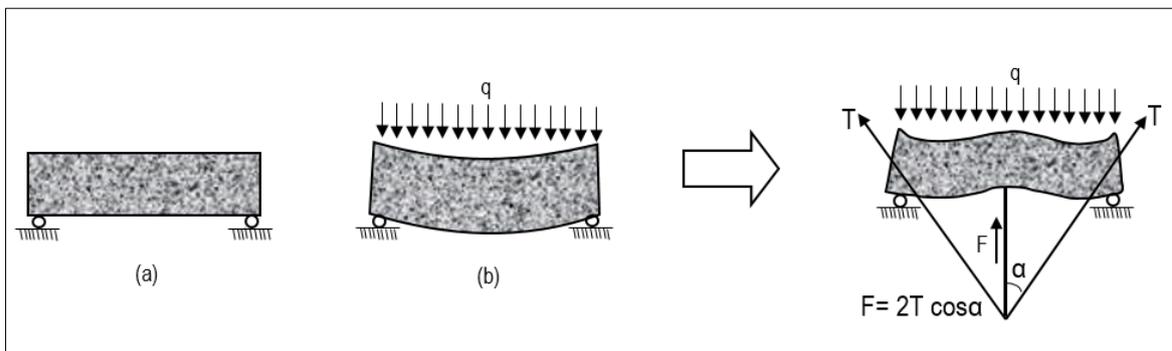
Son refuerzos que trabajan al mismo tiempo que la estructura. Para que esto se lleve a cabo, es importante llevar a una condición de estado neutro de tensiones en la estructura original, para ello antes de la ejecución de reforzamiento se procede a la liberación de cargas de dicha estructura por métodos como: pretensado o apuntalamiento con gatos hidráulicos. Estos componentes soportarán cada uno de las cargas que incidían sobre el elemento estructural, haciendo que este se encuentre en estado tensional nulo. Estos refuerzos son adecuados para situaciones en las que los elementos originales sean poco seguros. Se empleará en los casos que el concreto no sea capaz de desplazar las cargas a la estructura resistente del refuerzo.

Refuerzos pasivos:

Son refuerzos que empiezan a trabajar cuando se dan ciertas condiciones, por ejemplo, su retracción o fluencia, o cuando el material falla. Son adecuados para situaciones en las que, aunque no haya un riesgo de desplome inminente se quiera mejorar el comportamiento estructural del elemento a reforzar.

Para ilustrar de forma intuitiva este tipo de refuerzo el mismo (Molins Borrell, y otros, 2004) expone el ejemplo de una viga antes de su refuerzo, posteriormente cargada y deformada (figura 21 a y b). Una forma de refuerzo activo sería la introducción de un cable de pretensado que redujese la flecha de la viga y mejorara su capacidad portante bajo la acción de la carga q . Esto se conseguiría desde el mismo momento en que se tensa el tirante.

Figura 20: Ejemplo de refuerzo activo. Viga a reforzar (a) y cargada y deformada (b). Refuerzo mediante pretensado a la derecha.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

2.6.4. TÉCNICAS DE REFUERZO EXISTENTES

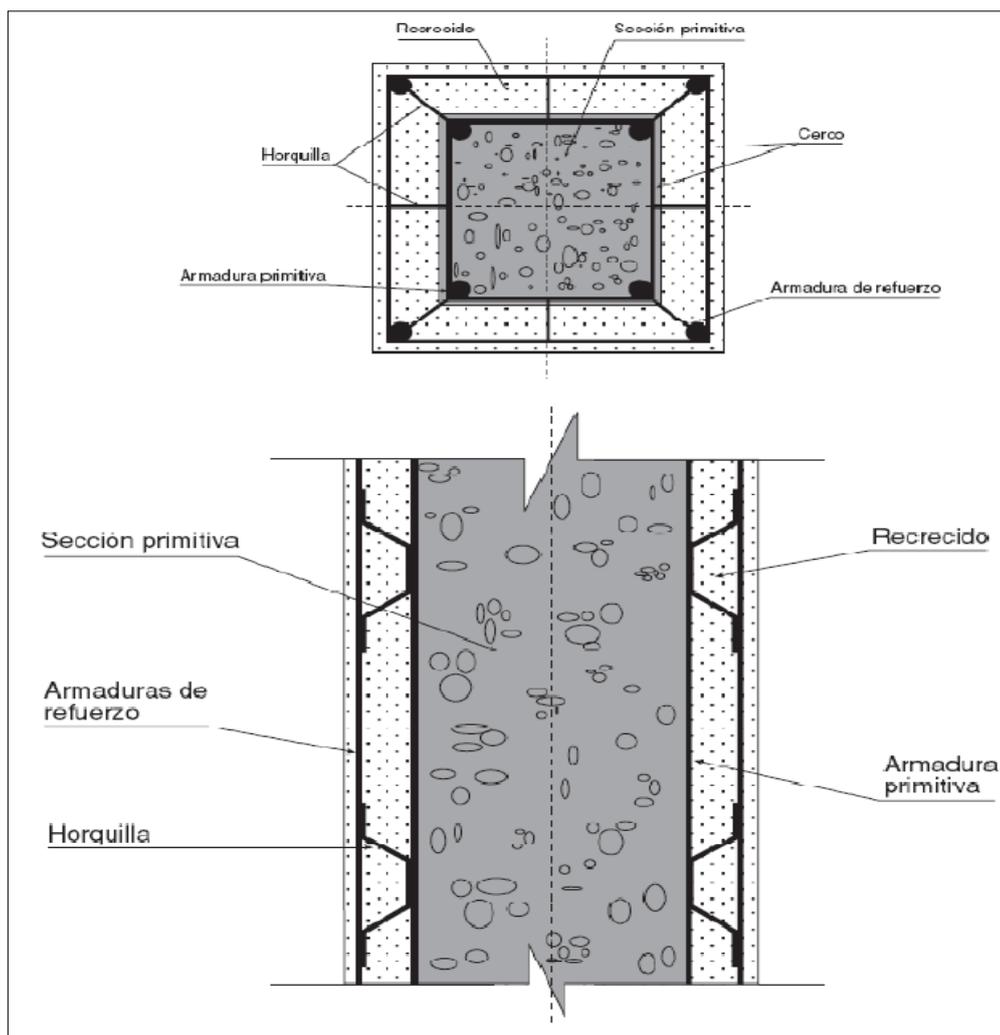
2.6.4.1. Recrecido con concreto armado

Recrecido es el refuerzo que consiste en aumentar la sección de elementos de concreto armado (generalmente columnas y vigas) con el fin de poder soportar cargas superiores a las previstas en el proyecto original.

(Molins Borrell , y otros, 2004). La técnica de refuerzo con concreto armado se conoce comúnmente como recrecido. Es una de las técnicas más económicas y más antiguas, ya que no se requiere mano de obra especializada y el proceso constructivo no se diferencia mucho del de un elemento de nueva ejecución. Básicamente, consiste en disponer armadura pasiva en torno a la sección a reforzar, habiendo sido ésta preparada previamente.

Esta armadura será tanto longitudinal como transversal (ver figura 24). Posteriormente se realiza el hormigonado mediante encofrados u concreto proyectado.

Figura 21: Sección transversal en planta y alzado del recrecido de un pilar.

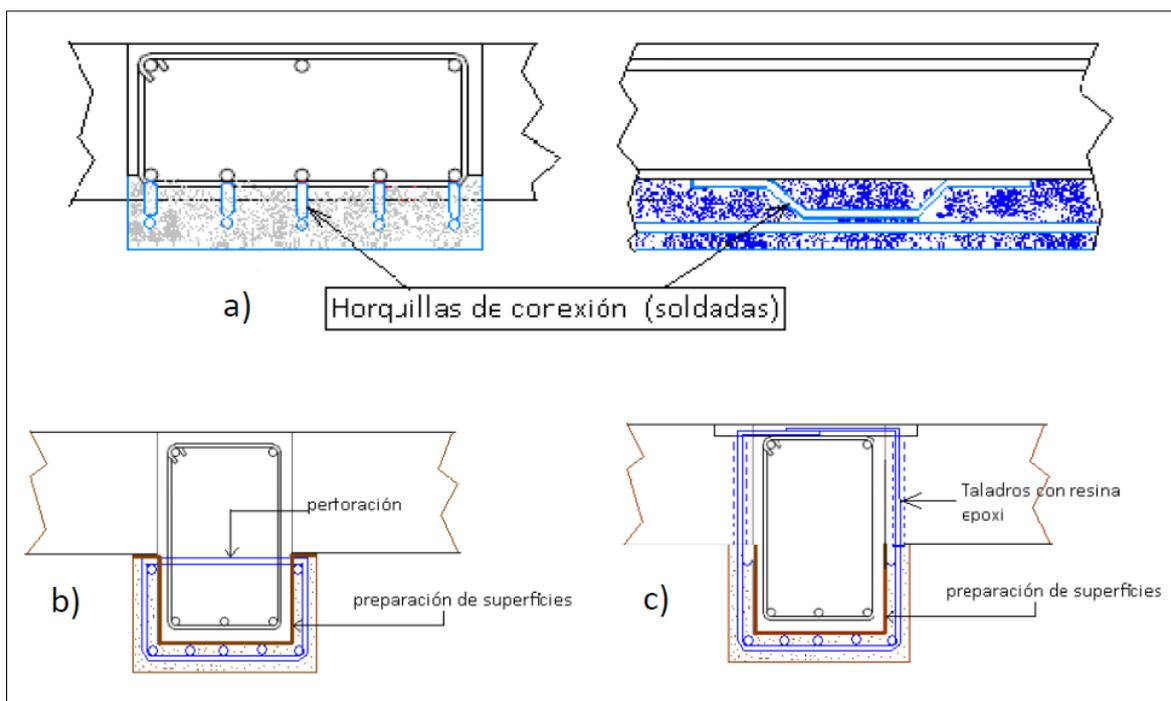


Fuente: Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

En las columnas, el refuerzo confina toda la sección, como se muestra en la figura 22, realizándose el recrecido en toda la longitud del pilar y teniendo en cuenta que ha de existir conexión con los elementos estructurales adyacentes.

En las columnas, el refuerzo confina toda el área, tal como se muestra en la figura 22, logrando realizar el recrecido en toda su magnitud de la columna y considerando que debe haber conexión con los componentes estructurales contiguos.

Figura 22: Sección transversal de los posibles métodos de recrecido de una viga.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

(Molins Borrell , y otros, 2004). En las vigas, el refuerzo se efectúa recreciendo inferiormente la viga original. En algunos casos puede también plantearse recrecer superiormente la viga, especialmente si se ha recrecido también el forjado. El refuerzo mediante recrecido inferior es más efectivo en vigas de canto, ya que entonces es posible envolver la sección original tanto por la base como por los laterales, creando una camisa de concreto en la que se aloja una armadura adicional longitudinal y transversal. De este modo, dependiendo de la proporción de "cuelgue", es posible no sólo incrementar la capacidad flectora sino también la resistencia a cortante.

En la figura 23 se muestran tres de los posibles casos de refuerzo. En la imagen a) se representa un refuerzo exclusivamente a flexión, donde la viga original se recrece inferiormente. Para ello se requiere una conexión directa entre el refuerzo y las armaduras longitudinales de la viga original, por lo que se disponen horquillas soldadas.

En la imagen b) el refuerzo a flexión es por “cuelgue”, pero evitando la necesidad de conectar directamente con las armaduras. Finalmente, la imagen c) representa un refuerzo tanto a flexión como a cortante mediante el cual pueden alcanzarse considerables incrementos de resistencia, aunque es necesario traspasar el forjado.

Antes de la ejecución del refuerzo se debe proceder al saneado y limpieza del concreto del soporte o viga, eliminando las zonas dañadas, deterioradas o disgregadas. Entre las distintas técnicas para llevarlo a cabo destaca la hidrodemolición. Se consigue de forma mecánica dejar el concreto en perfectas condiciones, a la vez que se humidifica el elemento. Otras son el abujardado, el chorro de arena, el granallado, agua a presión, etc.

Antes del reforzamiento, el concreto de la columna o viga debe limpiarse y resanarse, eliminando las zonas dañadas, desmenuzadas o averiadas. Entre los procedimientos distintivos para realizar este proceso se usa la hidrodemolición. Se realiza mecánicamente para dejar el concreto en las mejores condiciones, a la vez que se va humedeciendo la estructura.

Cuando toda la superficie del componente está impermeabilizada y se coloca la armadura (véase la figura 20).

Figura 23: Ejemplos de ferrallado del refuerzo de columnas de edificación.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

La colocación del concreto se puede completar mediante el vertido en encofrados que se establecen alrededor de la columna o viga, a través de un agujero que se puede hacer en la losa, o a través de una ventana o ranura, en la parte superior de la estructura, dejando algunos centímetros que luego se pueden resanar.

Una de las opciones de ejecución es utilizar un concreto tradicional que se vierte y vibra. Para mejorar la trabajabilidad del concreto se incluye un aditivo superplastificante, de modo que la mezcla entre sin problemas y pueda ser distribuida equitativamente en el espacio entre las caras del encofrado, las armaduras de acero y el elemento reforzado, y sin que se produzcan hueco o cangrejeras. Este procedimiento es de poco uso ya que requiere por lo menos espesores de 10 cm.

Este impedimento técnico se solucionó con el ingreso al mercado del microconcreto autocompactante. Por su gran fluidez en estado fresco permite llenar pequeños espesores con una alta cuantía de acero. Así también se pueden mencionar otras ventajas como que: posibilita el

ahorro de energía de vibración, y mejora los acabados. Pero a pesar de ello el espesor no puede reducirse a menos de cuatro centímetros, ya que el acero de refuerzo se debe ubicar al centro.

De igual manera se debe dejar en la parte inferior, suficiente espesor que permita transmitir los esfuerzos a la columna antigua, y en los laterales deben tener el recubrimiento mínimo para que el concreto dure.

Figura 24: Secuencia de la ejecución del refuerzo de un pilar con la técnica de concreto proyectado.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

(Molins Borrell , y otros, 2004). Otra forma de aplicación del recrecido es la del concreto proyectado. Esta forma de hormigonado tiene la ventaja de permitir atacar de una sola vez todo el elemento estructural. En la figura 25 se muestra todo el proceso constructivo en el caso de un pilar, desde la preparación de su superficie hasta la ejecución del concreto proyectado.

Otra forma de aplicar el recrecido es mediante el concreto lanzado, con la ventaja que se puede realizar el trabajo en menor tiempo logrando reforzar una mayor cantidad de elementos en menor tiempo.

El concreto lanzado por característica principal de microconcreto gracias a sus componentes menores al 8 mm permite una fácil una ejecución de la capa de reforzamiento. De la misma manera, tiene el beneficio de permitir espesores menores a los usados con el concreto común, pero teniendo en cuenta la durabilidad del refuerzo no es recomendable un espesor menor a 4 cm, asimismo la compactación requerida se da al momento de colocación del concreto mediante el impacto dinámico y no es necesario utilizar vibradores mecánicos. Una de las desventajas de este método se aplica por un técnico calificado para que no se produzcan vacíos detrás de las barras a la hora de proyectar el concreto lo que reduciría la durabilidad de la misma.

El tercer método sería la utilización de concreto inyectado, en este proceso el concreto se introduce mediante válvulas especialmente diseñadas para soportar las elevadas presiones, ubicadas en la parte inferior de los encofrados, además en la parte superior se coloca otra válvula para purgar el aire y los excesos de lechada. Entre las desventajas de este método se requiere un equipamiento especial que impulse el concreto en estado fluido, y que además necesita un encofrado de buena calidad, encofrado exclusivamente metálico, que no presenten fisuras que permitan el derrame de lechada y muy rígidos para evitar la torsión debido a los altas presiones que se producen, por lo que se puede usar también una camisa que al mismo tiempo sirva de encofrado y que se quede confinada a la columna o viga antigua.

Entre sus ventajas del concepto inyectado comparadas a la anterior es la de un menor costo y la utilización de mano de obra menos calificada además de su eficacia estructural ha sido demostrada a lo largo de los años y por lo tanto es una estrategia fiable, si se toman bien las especificaciones de su uso. Otros puntos esenciales son su alta resistencia al fuego y a los efectos negativos del medioambiente que afectan su durabilidad como los sulfatos, ácidos, la humedad y a la extremada radiación solar, que afectan en gran medida a los métodos antes mencionados.

Las inconvenientes de este procedimiento radican en el incremento ineludible en las dimensiones de los componentes que se refuerzan.

2.6.4.2. Refuerzo con angulares y encamisados metálicos

Este es un método en el que se usan elementos metálicos para realizar la envoltura.

(Dante Espeche, y otros, 2007). Este tipo de refuerzos sobre elementos de concreto armado surgieron en torno a los años 60, cuando se realizaron los primeros ensayos en elementos reforzados. Es un sistema de refuerzo muy apreciado por los profesionales por su flexibilidad, y es una de las técnicas más extendidas junto al recredido de concreto armado. No obstante, esta tipología presenta algunos inconvenientes significativos, como, por ejemplo:

- Debido al elevado peso de las chapas, se plantean dificultades de montaje “in situ” del sistema, con movilidad limitada en algunos casos.
- Debido a su ubicación en la intemperie, existe un alto riesgo de corrosión en la superficie del acero en contacto con el adhesivo.
- La necesidad de crear juntas en las chapas debido a la limitación en las dimensiones para su transporte, debilitando así ciertas zonas del refuerzo.

Este tipo de refuerzo es usado más en elementos de secciones rectangulares por la misma forma de estos (ver figura 22).

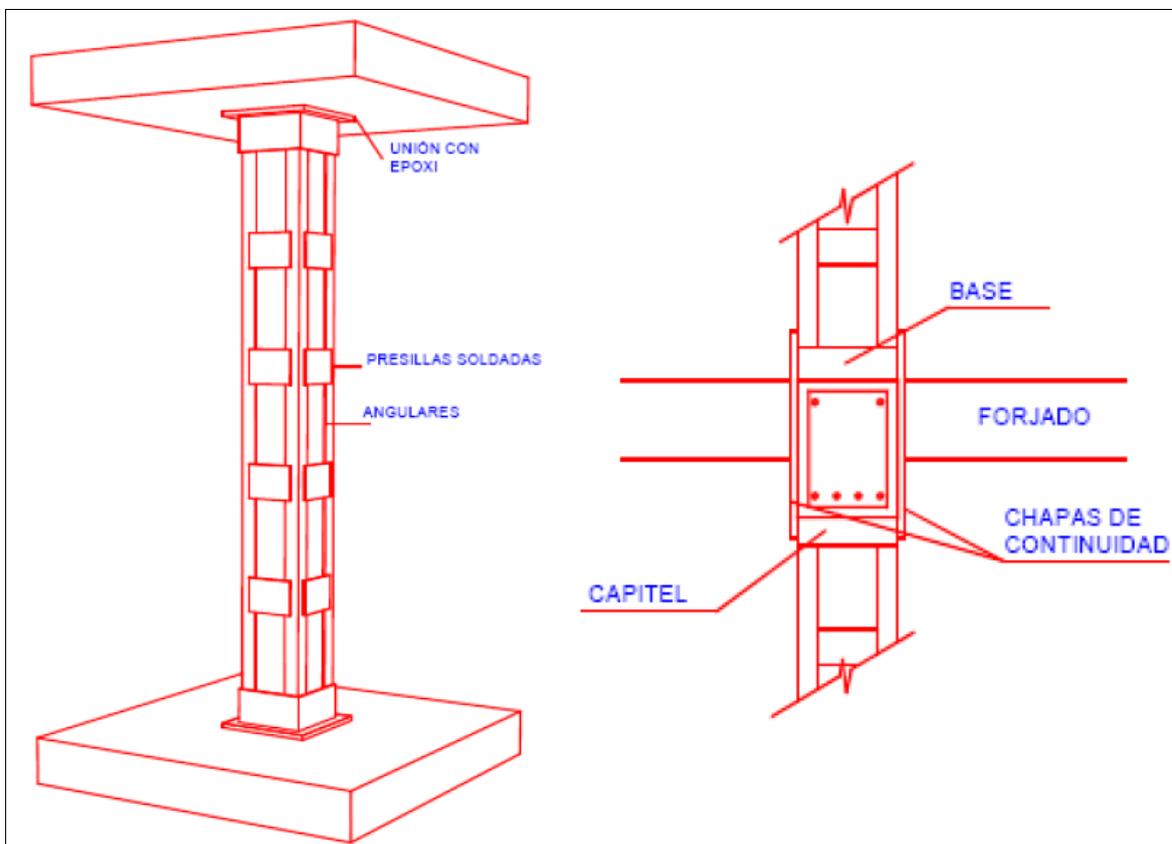
Figura 25: Refuerzo de columnas de edificación con angulares y presillas.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

Cuando se trata de reforzar una columna con este método, se disponen los ángulos metálicos en las esquinas, soldándolos entre sí mediante presillas metálicas, este tipo de refuerzo es empleado cuando éstos están sometidos a compresión, flexión o cortante, en elementos en los que la capacidad resistente es insuficiente.

Figura 26: Vista en alzado y sección del refuerzo de un pilar con angulares metálicos. En el detalle de la derecha se observa cómo cuando el refuerzo debe continuarse hasta la cimentación, cada tramo debe transmitir sus cargas al siguiente por medio de chapas de continuidad.



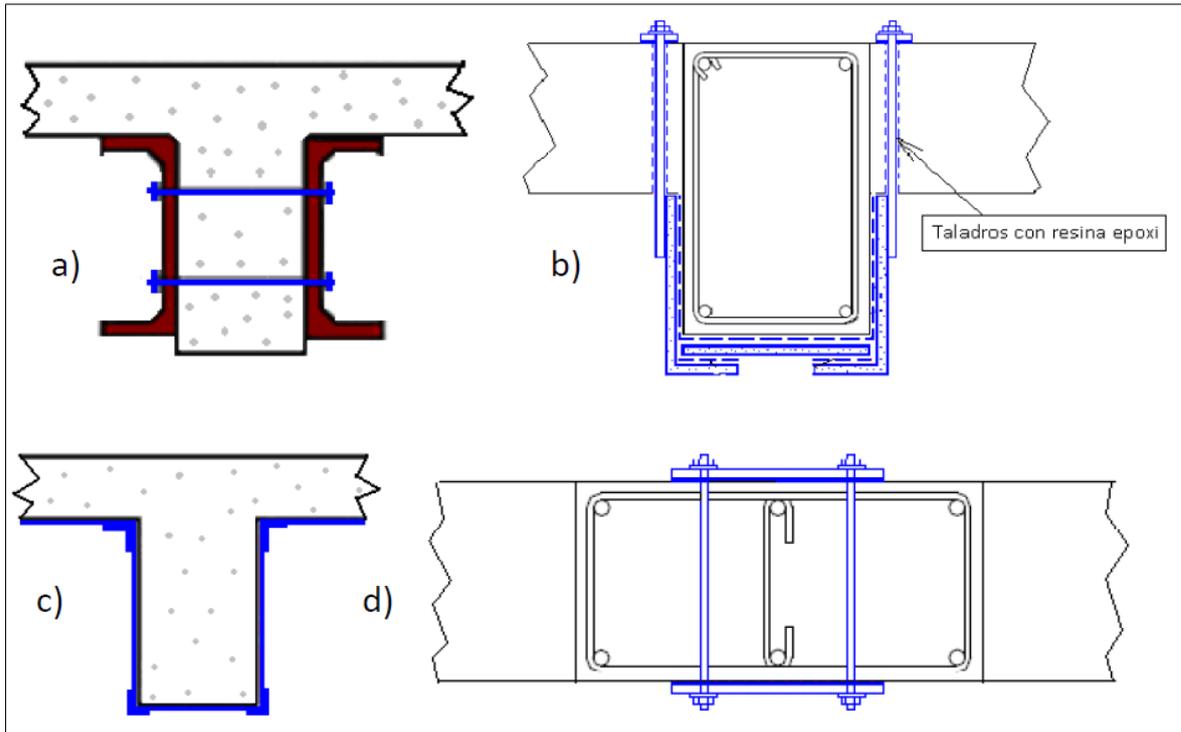
Fuente: Molins Borrell [18]

Este tipo de refuerzos pueden usarse en columnas de concreto, pero como es un procedimiento difícil, es más recomendable emplearlas en el reforzamiento de las vigas. Y si el soporte no está conectado al elemento original, debe transmitirse a la cimentación mediante placas de asiento en cada uno de los pisos para asegurar su funcionalidad.

(Molins Borrell , y otros, 2004). Para el refuerzo de vigas, este método de refuerzo comprende diferentes tipologías, algunas de las cuales se muestran en la figura 24. En la imagen c) se muestra el conocido método “L’Hermite”, basado en un refuerzo a flexión positiva mediante el encolado inferior de bandas de acero mediante adhesivos epoxídicos. Se emplea para vigas normales y planas, así como en tableros de puentes de concreto armado. Es un método muy eficaz, sencillo y que no aumenta

apenas el espesor del elemento. Por contra, se gana vulnerabilidad frente al fuego, debido a la baja temperatura de ablandamiento que tienen las resinas.

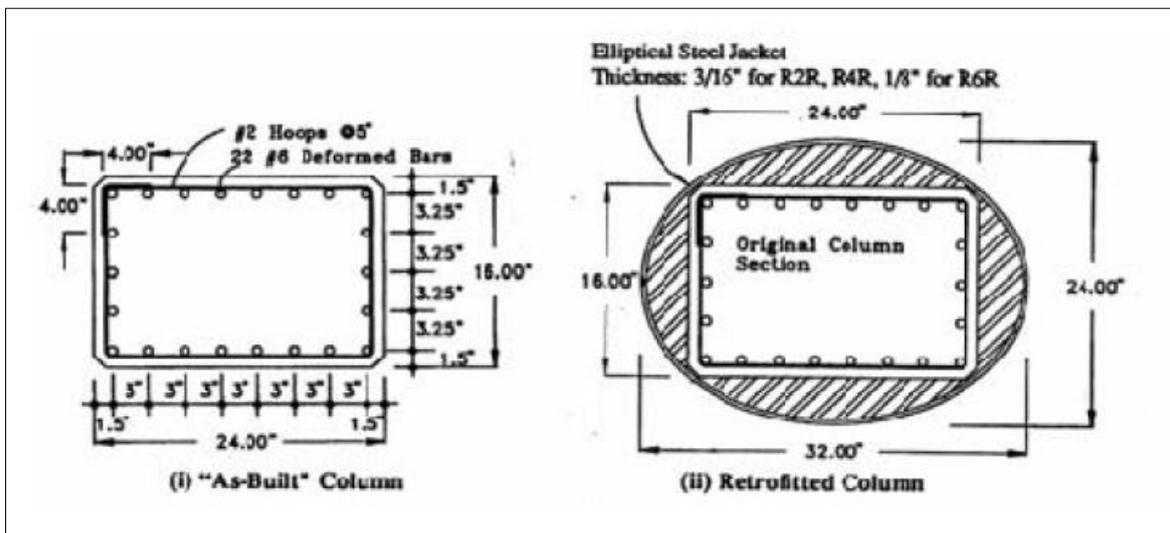
Figura 27: Diferentes tipologías del refuerzo con angulares metálicos de vigas. a) y c) refuerzo a flexión con disposición en paralelo de perfiles U o C soldados y atornillados a la viga con pasadores b) y d) refuerzos combinados a flexión y cortante.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

(Dante Espeche, y otros, 2007). En el caso de reforzamiento de columnas el más adecuado es el reforzamiento por encamisados metálicos, este proceso se abraza la columna en todo su perímetro con una chapa delgada metálica, generalmente de acero. Cuando la columna es rectangular los espacios vacíos se rellenan con concreto. Los vacíos que quedaron se pueden rellenar con el mismo proceso de inyección de concreto antes vista, la inyección a presión de la lechada logra un estado de tensión en la camisa, que, al reaccionar contra el pilar, genera un confinamiento activo. Y en los últimos años se viene ejecutando camisas pegadas con resina epoxi. En las figuras 25 y 26 se muestra esta técnica de refuerzo

Figura 28: Sección de una columna reforzada con un encamisado metálico cilíndrico, y posterior relleno con mortero.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

Figura 29: Rehabilitación de las pilas de un viaducto reforzadas con encamisado metálico elíptico relleno con mortero. La imagen de la derecha muestra la sección antes de la intervención, y la de la izquierda con el encamisado.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

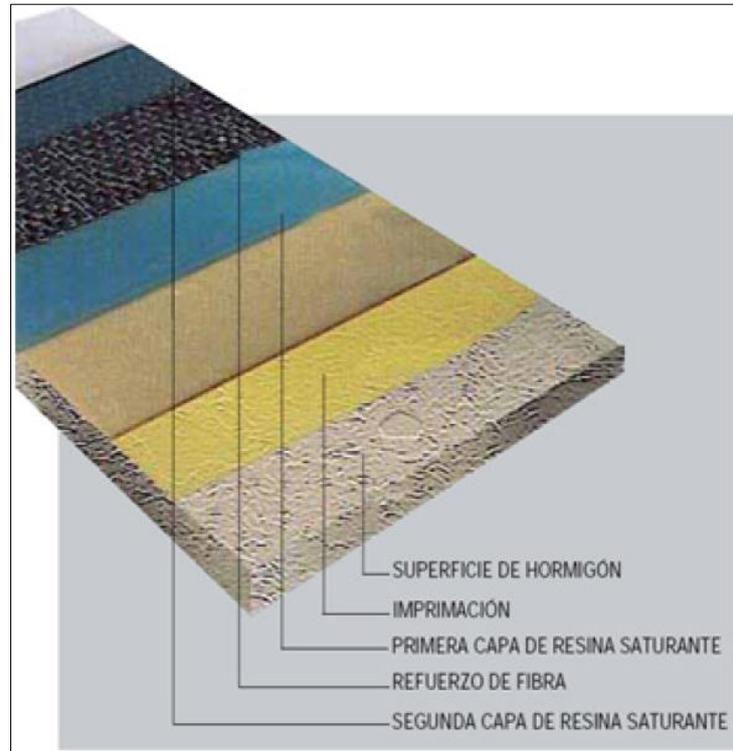
2.6.4.3. Refuerzo con materiales compuestos

Los materiales compuestos o polímeros armados con fibras están formados por un armado en forma de fibras largas embebido en una matriz polimérica. En general las fibras son las responsables de las propiedades resistentes, mientras que la matriz envuelve a las fibras configurando geoméricamente el elemento, transmite los esfuerzos entre las fibras y las protege de posibles daños mecánicos o ambientales.

En el refuerzo de estructuras se utilizan habitualmente fibras de carbono y vidrio. En algunas aplicaciones específicas se utilizan también otras fibras como aramida, o vegetales, minerales, etc. Las fibras de carbono poseen propiedades superiores a las de la fibra de vidrio, pero son bastante más caras. Todas las fibras tienen un comportamiento elástico lineal hasta rotura. Las resinas epoxi, poliéster y viniléster son las matrices más comúnmente utilizadas en los FRP. Se trata de polímeros termoestables con buena resistencia química. En el refuerzo de estructuras, donde la cantidad de material utilizado es pequeña y, por tanto, su precio no es un factor determinante, se emplea mayoritariamente fibra de carbono junto con resina epoxi.

(Dante Espeche, y otros, 2007). Los sistemas de refuerzo a base de láminas de polímeros reforzados con fibras (sus siglas en inglés, FRP: Fiber reinforced plastics), consisten en esencia, en el pegado externo sobre la superficie del concreto de unos materiales con unas prestaciones mecánicas, principalmente resistencia a tracción, sobresalientes. De esta forma, los materiales compuestos actúan como una armadura externa, que hace unas funciones muy similares a las que hace la armadura interna de acero.

Figura 30: Corte transversal de un refuerzo con material compuesto, mostrando las distintas capas de éste, mencionadas en el proceso constructivo.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

Los FRP se emplean en el reforzamiento de estructuras metálicas, de madera, de concreto o de mampostería.

El proceso de este refuerzo consiste en adherir externamente ya sea una lámina un tejido o una barra de FRP sobre el elemento estructural que previamente se tiene que haber rehabilitado.

El procedimiento de reforzamiento comienza con la reparación del elemento estructural, siendo necesario en algunos casos masillar, a continuación, se aplica una capa de resina, que impermeabiliza y mejora las características superficiales del elemento.

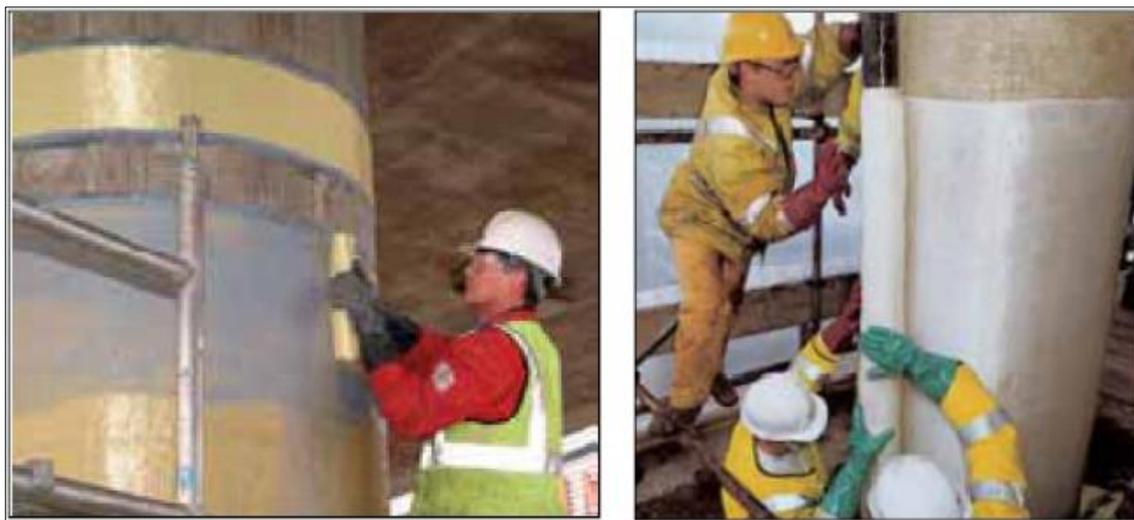
Figura 31: Aplicación de un confinamiento con tejidos de fibra de carbono para la rehabilitación de distintas columnas de edificación.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

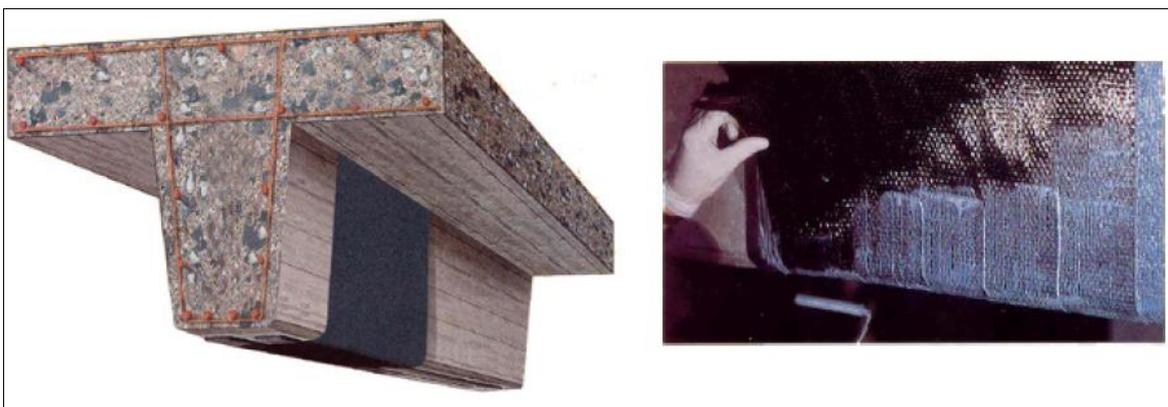
(Dante Espeche, y otros, 2007). Una vez exte extendido una primera capa de resina, la fase más delicada e importante llega con el recubrimiento de toda la superficie externa del concreto con el tejido de fibra (en el caso de ser varias capas, se extenderá una nueva mano de resina entre capa y capa), aplicando un rodillo que impregne toda la tela y elimine las burbujas de aire. Por último, se aplica una última capa de resina de acabado. Si se necesitara por razones estéticas, el laminado o tejido se puede recubrir con pinturas, tanto acrílicas como de resina epoxi.

Figura 32: Aplicación de vendados de fibra de vidrio y aramida a columnas.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

Figura 33: Aplicación del refuerzo con tejidos de fibra de carbono de vigas.

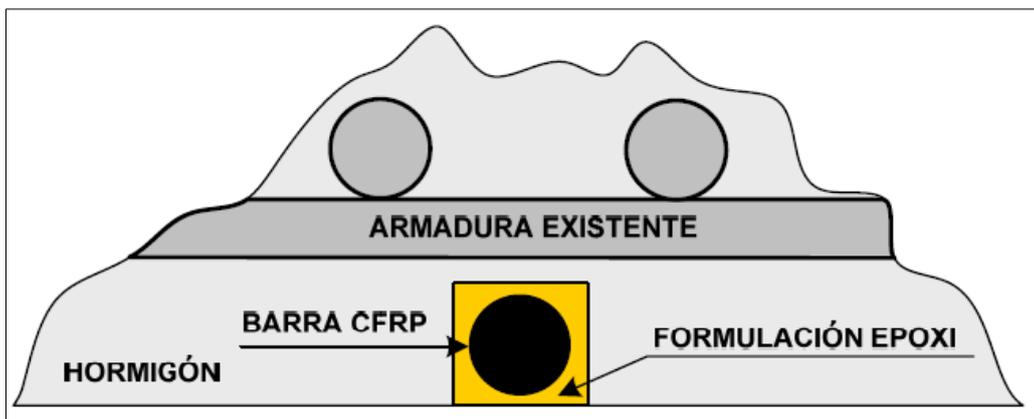


Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

(Dante Espeche, y otros, 2007). El adhesivo va adquiriendo su resistencia desde el momento en que es colocado hasta conseguir el endurecimiento total a los 7 días. Por lo tanto, es necesario esperar 7 días hasta sobrecargar el elemento estructural hasta su carga máxima.

Otro tipo de refuerzos de elementos estructurales son las barras de CFRP. Éstas se alojan en rozas de escasa profundidad que se practican en la superficie del soporte (ver figura 31). Esta técnica también puede designarse con el acrónimo inglés NSM (“Near Surface Mounted”).

Figura 34: Disposición de una barra de CFRP en un refuerzo NSM de una viga.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

Esta técnica en comparación del refuerzo con láminas metálicas como la protección del refuerzo ya que al estar alojado en ranuras hechas para este propósito está menos expuesto que las láminas o bandas de otros tipos de refuerzo además que son más fáciles de ejecutar por el mismo hecho que disminuye la superficie a trabajar y por ende aumenta el rendimiento.

(Dante Espeche, y otros, 2007). Aquí es importante tomar en cuenta si se pretende mejorar es la resistencia a cortante o flexión, esto para realizar la disposición del refuerzo se hará en forma longitudinal en su canto o en la parte inferior de la viga con el objetivo de que las barras queden lo más perpendicular posible a dichos esfuerzos. Una vez realizado estos trabajos se procede a limpiar para rellenar los vacíos con adhesivo estructural, embebiendo las barras de fibra de carbono es este.

Según (Dante Espeche, y otros, 2007), “el confinamiento de columnas incrementa las prestaciones bajo carga axil, bajo momento y bajo cortante, debido al incremento de la resistencia y ductilidad del concreto confinado. Incrementa además la adherencia de las barras longitudinales a flexión, y contribuye al aumento de la resistencia al pandeo de las barras longitudinales a compresión”.

Debido al incremento de ductilidad que se genera sobre el soporte antiguo, la técnica de encamisado con materiales compuestos es bastante habitual en la rehabilitación de estructuras en zonas sísmicas,

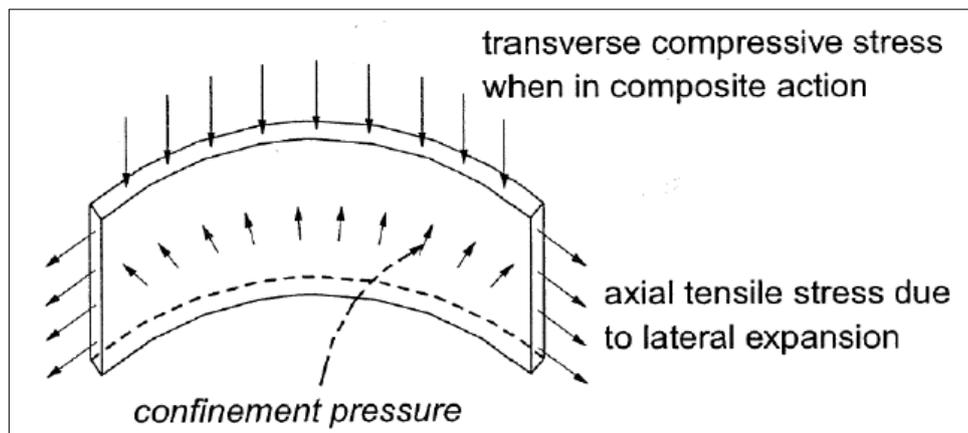
aunque es más recomendable para este fin el uso de la fibra de vidrio. La fibra de carbono es preferible si el motivo del refuerzo es un incremento de la resistencia del pilar.

Los principales objetivos del confinamiento son: (Dante Espeche, y otros, 2007)

- Prevenir del estallido del recubrimiento.
- Proveer de soporte lateral a la armadura longitudinal.
- Incrementar la resistencia y la capacidad de deformación del concreto.

La acción de confinamiento induce un estado triaxial de tensiones de compresión, que se convierte en un incremento de la resistencia a compresión axial de la columna (ver figura 32).

Figura 35: Estado triaxial de tensiones en un refuerzo por confinamiento.



Fuente: (Molins Borrell , y otros, 2004)

(Dante Espeche, y otros, 2007). Este incremento de resistencia se dice que es un incremento “aparente” debido a que no se trata de la mejora de la composición del material, como puede ser la cohesión del concreto, sino una mejora en el retardo de la pérdida de integridad del elemento, evitando la prematura progresión de fenómenos como la pérdida de adherencia o la microfisuración del concreto. Esta mejora la proporciona la presión lateral ejercida por el encamisado o refuerzo exterior.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL ESTUDIO

A continuación, se detallan el enfoque, los tipos y los pasos a seguir en la presente investigación.

3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación pertenece al enfoque CUANTITATIVO, ya que este tipo de enfoque genera datos numéricos, es secuencial y probatoria. (Hernández Sampieri, y otros, 2004)

3.1.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Método científico, tipo experimental, descriptiva y aplicada.

Éste estudio es de modalidad experimental, por cuanto los resultados de los ensayos permiten generar información que sirve de base para futuras aplicaciones de los polímeros NEXSPRAY.

La experimentación se llevó a cabo para analizar si la variable independiente afecta a una o más variables dependientes, lo que implica fabricar un grupo de probetas de concreto revestidas con el polímero NEXSPRAY de dos, cuatro y seis capas de recubrimiento, denominados “grupo experimental” y otro grupo de probetas de concreto sin revestimiento, denominados “grupo patrón”. La finalidad es comparar

sus características físico-mecánicas mediante ensayos de laboratorio e identificar la variación en la resistencia del concreto.

Además, es descriptiva por cuanto el investigador tiene como propósito describir todos los eventos presentes durante la experimentación, es decir detallar como son, cómo se realizaron y que resultados se obtuvieron.

La investigación es de modalidad aplicada por cuanto al obtenerse resultados favorables de los ensayos de laboratorio de las probetas de concreto revestidas con polímeros NEXSPRAY, se podrá recomendar su uso como un producto alternativo para el sector de la construcción (Hernández Sampieri, y otros, 2004).

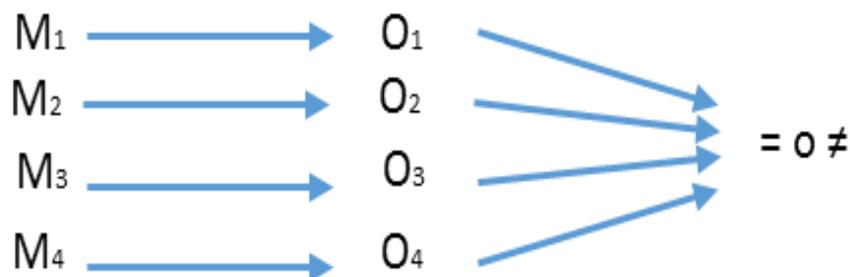
3.1.3. MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

“El diseño de la investigación, es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación...” (Hernández Sampieri, y otros, 2004)

Se utiliza la investigación cuantitativa.

Diseño descriptivo comparativo

Figura 36: Diseño descriptivo comparativo.



Fuente: Elaboración propia.

Donde “ M_1 , M_2 , M_3 y M_4 ” son muestras

M_1 : Muestra de probeta con concreto, mezcla convencional (cemento, agregados y agua)

M₂: Muestra de probeta con concreto, mezcla convencional (cemento, agregados y agua) recubiertas con 2 capas de polímero NEXSPRAY.

M₃: Muestra de probeta con concreto, mezcla convencional (cemento, agregados y agua) recubiertas con 4 capas de polímero NEXSPRAY.

M₄: Muestra de probeta con concreto, mezcla convencional (cemento, agregados y agua) recubiertas con 6 capas de polímero NEXSPRAY.

O₁: Observación (Resistencia a la compresión muestras mezcla convencional)

O₂: Observación (Resistencia a la compresión muestras recubiertas con 2 capas de polímero NEXSPRAY.)

O₃: Observación (Resistencia a la compresión muestras recubiertas con 4 capas de polímero NEXSPRAY.)

O₄: Observación (Resistencia a la compresión muestras recubiertas con 6 capas de polímero NEXSPRAY.)

= o ≠: Diferencia y/o similitud demostrada mediante comparación.

3.1.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.4.1. Población

Para esta investigación, la población está constituida por la cantidad total de probetas de concreto con que se va trabajar, tal como se describe a continuación:

Para esta tesis de investigación se elaboraron 70 probetas de concreto, según la tabla 4.

Tabla 4: Población bruta.

TIPO	CANTIDAD
Probetas de 15 cm x 30 cm	70

Fuente: Elaboración propia.

Las cuales, por contar solo con 20 moldes por cada tipo, fueron elaboradas en cuatro días diferentes. Del total de probetas, 60 fueron recubiertas con el polímero NexSpray utilizando diferentes números de aplicaciones, tal como se describe en la tabla 5.

Tabla 5: Población final.

TIPO	CANTIDAD	RECUBRIMIENTO	CANTIDAD
Probetas de 15 cm x 30 cm.	70	Sin recubrimiento	10 unidades
		2 capas	20 unidades
		4 capas	20 unidades
		6 capas	20 unidades

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.2. Muestra

Para determinar la muestra se utilizó el muestreo **No Probabilístico o Dirigido**, ya que la elección de los elementos depende de las características de la investigación y no de la probabilidad, utilizando como criterio, las fechas de elaboración de las probetas y el tipo de probeta, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Muestra – ensayo a compresión.

ENSAYOS A COMPRESIÓN				
RECUBRIMIENTO	Probetas. 15 cm x 30 cm			
Sin recubrimiento	C1	C6		
	C2	C7		
	C3	C8		
	C4	C9		
	C5	C10		
2 Capas	1C-1	1C-6	1C-11	1C-16
	1C-2	1C-7	1C-12	1C-17
	1C-3	1C-8	1C-13	1C-18
	1C-4	1C-9	1C-14	1C-19
	1C-5	1C-10	1C-15	1C-20
4 Capas	2C-1	2C-6	2C-11	2C-16
	2C-2	2C-7	2C-12	2C-17
	2C-3	2C-8	2C-13	2C-18
	2C-4	2C-9	2C-14	2C-19
	2C-5	2C-10	2C-15	2C-20
6 Capas	3C-1	3C-6	3C-11	3C-16
	3C-2	3C-7	3C-12	3C-17
	3C-3	3C-8	3C-13	3C-18
	3C-4	3C-9	3C-14	3C-19
	3C-5	3C-10	3C-15	3C-20

Fuente: Elaboración propia.

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 7: Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL		
		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VI⁷: Aplicación del polímero NEXSPRAY en dos capas. Aplicación del polímero NEXSPRAY en cuatro capas. Aplicación del polímero NEXSPRAY en seis capas.	Probetas de concreto elaborados con cemento Portland, agua y agregados y revestidas con dos, cuatro y seis capas de polímero NEXSPRAY.	N° de capas	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Agua • Agregados • Polímero NEXSPRAY 	Observación Ficha de datos
VD⁸: Resistencia a la compresión del concreto endurecido y revestido con el polímero NEXSPRAY.	Comportamiento mecánico de un material frente a la aplicación de fuerzas, que son evaluados mediante ensayos normalizados y especificaciones técnicas de los equipos a utilizarse.	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión 	kg/cm ²	Observación Ficha de datos Observación Directa NTP 339.034 ASTM C39

Fuente: Elaboración propia.

3.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Como el objetivo principal de esta tesis es, “determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como recubrimiento estructural”, se realizó con un diseño de mezcla de $f'c$ de 210 Kg/cm² y un $f'cr$ de 280 Kg/cm² (ver diseño de mezcla en el Anexo 01).

⁷VI: variable independiente

⁸VD: variable dependientes

3.3.1. ELABORACIÓN DE PROBETAS

Las probetas de concreto se elaboraron en el laboratorio “Ingeniería de calidad en concreto, suelos, asfalto e hidráulica SAC” ubicada en JR. Los Mercaderes Nro. 1022 AA.HH. Justicia Paz Y Vida. EL TAMBO - HUANCAYO -. JUNÍN.

Solo se contaba con 20 moldes de plástico para probetas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Por esta razón las probetas fueron elaboradas hasta en cuatro tandas, la primera el día sábado 10 de setiembre, la segunda el día 17 de setiembre, la tercera el día sábado 24 de setiembre y la última el día 1 de octubre del 2016. Utilizando la misma dosificación en la mezcla para todas las fechas.

3.3.1.1. Materiales y equipos utilizados

Los materiales usados para la elaboración de las probetas son: mezcladora. lampa, dobera de 1 pie x 1 pie x 1 pie, badilejo, plancha de pulir, varilla de acero liso de 5/8”, moldes de plástico de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto, piedra chancada, arena gruesa, agua y cemento portland tipo I.

3.3.1.2. Procedimiento

- Se realizó la elaboración de la mezcla de concreto.
- Una vez realizada la mezcla, se procedió con el vaciado del concreto en los moldes según norma “NTP 339.036:1987”.
- Un día después del vaciado del concreto, se extrajo los cilindros de los moldes y se los colocó en la poza de agua durante 28 días.

3.3.2. APLICACIÓN DEL POLÍMERO NEXSPRAY

Para la aplicación de los dos componentes del NexSpray se utilizará una máquina de tecnología avanzada además de dos compresoras para aplicar el producto a una presión de 170 a 200 bar a una temperatura entre 75 °C a 80 °C.

Para el estudio del aporte de resistencia del polímero NexSpray se procedió a aplicar en varias capas.

Se distribuyó en forma proporcional para dos, cuatro y seis capas de revestimiento de las probetas en la figura ve muestran las probetas impregnadas con el polímero a dos capas.

3.3.3. ENSAYO A COMPRESIÓN

En la tabla 8 se muestra los resultados del concreto patrón

Tabla 8: Resistencia a la compresión en probetas sin recubrimiento de polímero.

N° Capas	Muestra	Área Total (cm ²)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
0	C1	173.90	565.00	57613.07	331.30	22.34	310.64
0	C2	174.40	519.86	53010.62	303.96		
0	C3	178.60	558.97	56998.40	319.14		
0	C4	173.90	568.34	57953.91	333.26		
0	C5	173.90	539.67	55030.66	316.45		
0	C6	174.10	568.97	58018.00	333.25		
0	C7	175.40	445.07	45384.00	258.75		
0	C8	174.60	523.43	53374.00	305.69		
0	C9	176.70	530.93	54139.00	306.39		
0	C10	173.90	508.50	51852.00	298.17		

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La información de la parte experimental y analizada permitió obtener datos de resistencia a compresión, donde se consolidó dando validez a los datos que mostraban una desviación estándar menor a 13%.

- Comparaciones de los resultados con probetas adquiridos en el mercado local.
- Comparación de los resultados de la muestra con la Norma NTE correspondiente.

Tabla 9: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas sin recubrimiento de polímero.

N° Capas	Muestra	Área Total (cm ²)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
0	C1	173.90	565.00	57613.07	331.30	12.98	314.29
0	C2	174.40	519.86	53010.62	303.96		
0	C3	178.60	558.97	56998.40	319.14		
0	C5	173.90	539.67	55030.66	316.45		
0	C6	174.10	568.97	58018.00	333.25		
0	C8	174.60	523.43	53374.00	305.69		
0	C9	176.70	530.93	54139.00	306.39		
0	C10	173.90	508.50	51852.00	298.17		

Fuente: Elaboración propia.

3.4. PARTE EXPERIMENTAL

3.4.1. ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

Las probetas de concreto se elaboraron en el laboratorio "Ingeniería de calidad en concreto, suelos, asfalto e hidráulica SAC", con el diseño de mezcla para una resistencia de 210 a los 28 días teniendo en cuenta las normas RNE E060 que según indica en el ítem 4.6.4 de la misma, que las probetas curadas en el laboratorio seguirán las recomendaciones de la norma ASTM C192 y serán ensayadas de acuerdo a la Norma NTP 339.034 y se consideraran satisfactorios los resultados de

los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días, si cumplen con las dos condiciones siguientes:

El promedio de todas las series de tres ensayos consecutivos es igual o mayor que la resistencia de diseño.

Ningún ensayo individual de resistencia debe ser menor por más de 35 kg/cm² a la resistencia de diseño.

Figura 37: Elaboración del concreto.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.1. Curado De Probetas Y Probetas

Una vez elaborado las probetas se colocaron en una amplia poza y cubierta con agua hasta el tope; el curado se realizó por un tiempo de 28 días, tiempo que se roturara las probetas.

Figura 38: Curado de probetas.



Fuente: Propio

3.4.2. APLICACIÓN POLÍMERO NEXSPRAY

Una vez extraída las probetas del tanque de curado se dejó secar para aplicar el polímero NexSpray para lo cual se usó una máquina de tecnología avanzada, denominada Reactor NX-2 la que combina dos componentes base A y B. Este reactor toma lectura de la temperatura ambiente, humedad relativa y presión atmosférica, con estos parámetros determina la proporción diferenciada de combinación de los componentes base, absorbiéndolas y transportándolas por una manguera térmica acompañado de una línea de aire hasta la pistola de aplicación, donde se unen los componentes y se termo fusionaran a 80°C, recubriendo el objetivo a una distancia promedio de 70 cmts, 20 segundos después la temperatura baja a 25°C, el proceso ha culminado ya se puede utilizar.

Figura 39: Muestras extraídas de la poza y distribuidas para el recubrimiento.



Fuente: Propio

3.4.2.1. Preparación y proceso de impregnación del polímero NexSpray a las probetas de concreto

Los dos primeros grupos de veinte probetas de concreto se dividieron en cuatro grupos, de los cuales tres se recubrieron con dos, cuatro y seis capas de polímero NexSpray, para obtener menor dispersión en los resultados.

Para la aplicación de los dos componentes del NexSpray se utilizará una máquina de tecnología avanzada además de dos compresoras para aplicar el producto a una presión de 170 a 200 bar a una temperatura entre 75 °C a 80 °C.

Se distribuyó en forma proporcional para dos, cuatro y seis capas de revestimiento de las probetas en la figura ve muestran las probetas impregnadas con el polímero a dos capas.

Figura 40: Muestras extraídas de la poza y distribuidas para el recubrimiento.



Fuente: Propio

Figura 41: Probetas concreto revestidas a dos capas con polímero NexSpray.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(Sanchez Muñoz, y otros, 2015). La calidad del concreto se establece generalmente por referencia a su resistencia a la compresión. La resistencia a la compresión del concreto es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes del cemento.

La resistencia depende principalmente de la concentración de cemento la cual se expresa en términos de la relación a/c en peso. En nuestra investigación se verificará si esta resistencia aumenta al ser revestidas con el polímero NexSpray.

Las probetas se ensayaron inmediatamente después de ser retirados de la poza de curado, esto en el caso de las que no se revistieron y las que si se tuvo que hacer secar para su respectivo recubrimiento y esperar hasta que se seque aproximadamente en una hora.

(Sanchez Muñoz, y otros, 2015) Antes de realizar el ensayo a la compresión, en primer lugar, los moldes fueron pesados y tomados sus diámetros a fin de poder obtener el área de contacto, luego se hizo el refrentado o "capping", el cual permite eliminar ciertas irregularidades que pudieran existir en las bases de las probetas y obtener el paralelismo de ambas bases el cual es un requisito fundamental para la realización de dicho ensayo.

(Sanchez Muñoz, y otros, 2015). Las probetas se colocan en forma centrada en la prensa de ensayo que se comprime a una velocidad de carga de (20-50 lb/pulg² /seg) aproximadamente, la cual se debe mantener constante durante la duración del ensayo, es decir hasta cuando se logre una franca rotura de la probeta y la máquina electrónica registre su máxima resistencia así este cargando la máquina.

3.4.4. MEDIDA DEL TIEMPO DESDE LA FALLA HASTA EL COLAPSO TOTAL DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

Uno de los objetivos que se tienen al diseñar los elementos estructurales de una edificación es el de seguridad y responder favorablemente ante eventos como por ejemplo efectos sísmicos, tal es así que el tiempo que la estructura tarde en colapsar será vital para salvar las vidas de sus ocupantes.

Al realizar los ensayos de compresión observó que el recubrimiento de polímero no presentaba signos de ceder hasta el momento de falla del concreto, por lo que se procedió a medir el tiempo hasta el cual el concreto no soportaría carga axial y colapsaría pudiendo notar una significativa diferencia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PROBETAS

4.1.1. MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES

Se procede a medir las dimensiones de las probetas debido a que las dimensiones nunca serán exactamente de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud, además que por más ligera que sea la variación del diámetro puede afectar de manera significativa el resultado de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto, pudiendo hacer un mal descarte de datos por este tipo de variación.

Como se puede observar en la tabla 10, existe una diferencia de diámetros entre el mínimo y el máximo de 4.7 cm², dándonos un diferencia de 987 kg en la carga de rotura (asumiendo que la resistencia a la compresión es de exactamente 210 kg/cm²).

En la tabla 11, existe una diferencia de diámetros entre el mínimo y el máximo de 1.7 cm², dándonos un diferencia de kg en la carga de rotura (asumiendo que la resistencia a la compresión es de exactamente 210 kg/cm²).

En la tabla 12, existe una diferencia de diámetros entre el mínimo y el máximo de 3.8 cm², dándonos un diferencia de 798 kg en la carga de rotura (asumiendo que la resistencia a la compresión es de exactamente 210 kg/cm²).

En la tabla 13, existe una diferencia de diámetros entre el mínimo y el máximo de 3.8 cm², dándonos un diferencia de 798 kg en la carga de rotura (asumiendo que la resistencia a la compresión es de exactamente 210 kg/cm²).

Tabla 10: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm sin recubrimiento de polímero.

N° Capas	Muestra	Longitud promedio	Diámetro promedio	Área Total (cm²)
0	C1	29.46	14.88	173.90
0	C2	29.36	14.90	174.40
0	C3	30.01	15.08	178.60
0	C4	29.76	14.88	173.90
0	C5	29.76	14.88	173.90
0	C6	29.78	14.89	174.10
0	C7	29.74	14.94	175.40
0	C8	29.67	14.91	174.60
0	C9	29.70	15.00	176.70
0	C10	29.76	14.88	173.90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm con recubrimiento a dos capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Longitud promedio	Diámetro promedio	Área Total (cm²)
2	1C-1	29.84	15.38	185.80
2	1C-2	29.54	15.38	185.90
2	1C-3	29.91	15.34	184.80
2	1C-4	30.22	15.34	184.80
2	1C-5	29.59	15.33	184.60
2	1C-6	29.78	15.35	185.10
2	1C-7	30.45	15.38	185.80
2	1C-8	30.42	15.36	185.40
2	1C-9	29.80	15.36	185.30
2	1C-10	29.68	15.38	185.80
2	1C-11	29.96	15.36	185.40
2	1C-12	30.28	15.37	185.50
2	1C-13	30.48	15.39	186.10
2	1C-14	29.35	15.37	185.50
2	1C-15	29.83	15.38	185.70
2	1C-16	30.03	15.40	186.30
2	1C-17	30.31	15.38	185.90
2	1C-18	30.29	15.38	185.70
2	1C-19	30.26	15.36	185.30
2	1C-20	30.29	15.38	185.70

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm con recubrimiento a cuatro capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Longitud promedio	Diámetro promedio	Área Total (cm²)
4	2C-1	30.20	15.73	194.30
4	2C-2	30.43	15.60	191.10
4	2C-3	29.50	15.61	191.40
4	2C-4	29.52	15.62	191.60
4	2C-5	29.13	15.66	192.60
4	2C-6	29.42	15.65	192.30
4	2C-7	30.46	15.70	193.60
4	2C-8	29.78	15.67	192.90
4	2C-9	29.61	15.75	194.80
4	2C-10	29.93	15.75	194.90
4	2C-11	30.34	15.64	192.10
4	2C-12	29.89	15.65	192.40
4	2C-13	29.90	15.66	192.50
4	2C-14	30.74	15.68	193.20
4	2C-15	30.36	15.73	194.40
4	2C-16	29.74	15.74	194.50
4	2C-17	30.49	15.69	193.30
4	2C-18	30.69	15.74	194.50
4	2C-19	29.75	15.74	194.60
4	2C-20	29.60	15.74	194.70

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Dimensiones promedio de probetas de 15x30 cm con recubrimiento a seis capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Longitud promedio	Diámetro promedio	Área Total (cm2)
6	3C-1	29.65	15.94	199.60
6	3C-2	30.24	15.91	198.90
6	3C-3	29.74	15.99	200.80
6	3C-4	30.71	15.99	200.90
6	3C-5	29.86	15.88	198.10
6	3C-6	30.20	15.89	198.40
6	3C-7	29.73	15.90	198.50
6	3C-8	30.42	15.93	199.20
6	3C-9	30.04	15.89	198.40
6	3C-10	30.38	15.98	200.50
6	3C-11	30.11	15.93	199.30
6	3C-12	29.89	15.90	198.50
6	3C-13	30.53	15.90	198.60
6	3C-14	30.30	15.87	197.70
6	3C-15	30.74	15.93	199.30
6	3C-16	30.37	15.84	197.10
6	3C-17	30.28	15.85	197.40
6	3C-18	30.30	15.86	197.60
6	3C-19	30.05	15.90	198.60
6	3C-20	30.51	15.89	198.30

Fuente: Elaboración propia.

4.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

4.2.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE

En las Tablas 14, 15 y 16, se señalan los resultados obtenidos en los ensayos a compresión de probetas de concreto con diferentes capas de recubrimiento, ensayados cumpliendo los 28 días de edad.

Tabla 14: Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a dos capas de polímero NexSpray.

Nº Capas	Muestra	Área Total (cm ²)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
2	1C-1	185.80	603.66	61555.54	331.30	16.56	317.67
2	1C-2	185.90	554.14	56506.16	303.96		
2	1C-3	184.80	578.38	58977.07	319.14		
2	1C-4	184.80	603.97	61586.45	333.26		
2	1C-5	184.60	572.88	58416.67	316.45		
2	1C-6	185.10	572.13	58339.82	315.18		
2	1C-7	185.80	525.70	53605.16	288.51		
2	1C-8	185.40	531.66	54212.81	292.41		
2	1C-9	185.30	498.98	54587.53	294.59		
2	1C-10	185.80	523.64	60827.20	327.38		
2	1C-11	185.40	596.96	60872.38	328.33		
2	1C-12	185.50	583.64	59513.97	320.83		
2	1C-13	186.10	621.50	63374.49	340.54		
2	1C-14	185.50	628.99	64138.48	345.76		
2	1C-15	185.70	595.91	60764.75	327.22		
2	1C-16	186.30	578.69	59008.66	316.74		
2	1C-17	185.90	554.14	56506.16	303.96		
2	1C-18	185.70	584.23	59574.42	320.81		
2	1C-19	185.30	603.96	61586.31	332.36		
2	1C-20	185.70	536.69	54725.79	294.70		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a cuatro capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Área Total (cm2)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
4	2C-1	194.30	641.54	65417.56	336.68	12.40	326.45
4	2C-2	191.10	638.21	65077.81	340.54		
4	2C-3	191.40	592.50	60417.30	315.66		
4	2C-4	161.60	657.21	67015.47	349.77		
4	2C-5	192.60	605.41	61733.24	320.53		
4	2C-6	192.30	635.61	64812.66	337.04		
4	2C-7	193.60	613.88	62597.23	323.33		
4	2C-8	192.90	574.02	58533.20	303.44		
4	2C-9	194.80	633.45	64593.00	331.59		
4	2C-10	194.90	625.48	63780.01	327.24		
4	2C-11	192.10	662.51	67555.87	351.67		
4	2C-12	192.40	622.27	63453.16	329.80		
4	2C-13	192.50	637.55	65010.50	337.72		
4	2C-14	193.20	582.50	59397.03	307.44		
4	2C-15	194.40	606.46	61840.95	318.11		
4	2C-16	194.50	650.51	66332.38	341.04		
4	2C-17	193.30	637.12	64967.50	336.10		
4	2C-18	194.50	637.71	65027.28	334.33		
4	2C-19	194.60	570.86	58210.52	299.13		
4	2C-20	194.70	598.22	61001.00	313.31		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a seis capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Área Total (cm2)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
6	3C-1	199.60	695.28	70897.90	355.20	17.55	340.67
6	3C-2	198.90	630.27	64268.91	323.12		
6	3C-3	200.80	646.29	65902.48	328.20		
6	3C-4	200.90	709.00	72296.28	359.86		
6	3C-5	198.10	657.54	67048.97	338.46		
6	3C-6	198.40	687.46	70100.35	353.33		
6	3C-7	198.50	669.90	68310.02	344.13		
6	3C-8	199.20	718.83	73299.54	367.97		
6	3C-9	198.40	689.93	70352.32	354.60		
6	3C-10	200.50	679.51	69289.26	345.58		
6	3C-11	199.30	604.06	61596.10	309.06		
6	3C-12	198.50	660.64	67365.16	339.37		
6	3C-13	198.60	689.53	70311.11	354.03		
6	3C-14	197.70	635.29	64780.19	327.67		
6	3C-15	199.30	661.07	67409.68	338.23		
6	3C-16	197.10	703.97	71784.25	364.20		
6	3C-17	197.40	616.30	62844.41	318.36		
6	3C-18	197.60	689.61	70319.19	355.87		
6	3C-19	198.60	622.80	63507.07	319.77		
6	3C-20	198.30	615.12	62723.42	316.31		

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera que la muestra patrón, se consolidó los resultados obtenidos, dando validez a los datos que mostraban una desviación estándar menor a 13% y son expuestos en las Tablas 17, 18 y 19.

Tabla 17: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a dos capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Área Total (cm2)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
2	1C-1	185.80	603.66	61555.54	331.30	12.24	320.76
2	1C-2	185.90	554.14	56506.16	303.96		
2	1C-3	184.80	578.38	58977.07	319.14		
2	1C-4	184.80	603.97	61586.45	333.26		
2	1C-5	184.60	572.88	58416.67	316.45		
2	1C-6	185.10	463.21	58339.82	315.18		
2	1C-10	185.80	523.64	60827.20	327.38		
2	1C-11	185.40	596.96	60872.38	328.33		
2	1C-12	185.50	583.64	59513.97	320.83		
2	1C-13	186.10	621.50	63374.49	340.54		
2	1C-15	185.70	595.91	60764.75	327.22		
2	1C-16	186.30	578.69	59008.66	316.74		
2	1C-17	185.90	554.14	56506.16	303.96		
2	1C-18	185.70	584.23	59574.42	320.81		
2	1C-19	185.30	603.96	61586.31	332.36		
2	1C-20	185.70	536.69	54725.79	294.70		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a cuatro capas de polímero NexSpray.

N° Capas	Muestra	Área Total (cm2)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
4	2C-1	194.30	641.54	65417.56	336.68	12.40	326.45
4	2C-2	191.10	638.21	65077.81	340.54		
4	2C-3	191.40	592.50	60417.30	315.66		
4	2C-5	192.60	605.41	61733.24	320.53		
4	2C-6	192.30	635.61	64812.66	337.04		
4	2C-7	193.60	613.88	62597.23	323.33		
4	2C-9	194.80	633.45	64593.00	331.59		
4	2C-10	194.90	625.48	63780.01	327.24		
4	2C-12	192.40	622.27	63453.16	329.80		
4	2C-13	192.50	637.55	65010.50	337.72		
4	2C-14	193.20	582.50	59397.03	307.44		
4	2C-15	194.40	606.46	61840.95	318.11		
4	2C-16	194.50	650.51	66332.38	341.04		
4	2C-17	193.30	637.12	64967.50	336.10		
4	2C-18	194.50	637.71	65027.28	334.33		
4	2C-20	194.70	598.22	61001.00	313.31		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Consolidado - Resistencia a la compresión en probetas con recubrimiento a seis capas de polímero NexSpray.

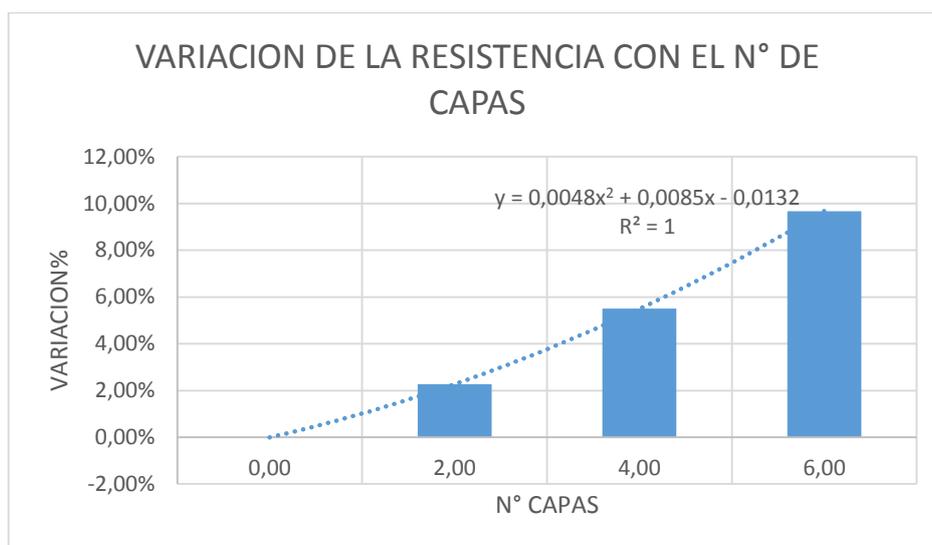
N° Capas	Muestra	Área Total (cm2)	Carga rotura (KN)	Carga rotura (Kgf)	F'c A total	Desviación Estándar	Promedio
6	3C-1	199.60	695.28	70897.90	355.20	12.67	341.25
6	3C-2	198.90	630.27	64268.91	323.12		
6	3C-3	200.80	646.29	65902.48	328.20		
6	3C-5	198.10	657.54	67048.97	338.46		
6	3C-6	198.40	687.46	70100.35	353.33		
6	3C-7	198.50	669.90	68310.02	344.13		
6	3C-9	198.40	689.93	70352.32	354.60		
6	3C-10	200.50	679.51	69289.26	345.58		
6	3C-12	198.50	660.64	67365.16	339.37		
6	3C-13	198.60	689.53	70311.11	354.03		
6	3C-14	197.70	635.29	64780.19	327.67		
6	3C-15	199.30	661.07	67409.68	338.23		
6	3C-18	197.60	689.61	70319.19	355.87		
6	3C-19	198.60	622.80	63507.07	319.77		

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Los resultados obtenidos en el ensayo de compresión de probetas revestidas con polímero NexSpray muestran que las probetas de concreto al ser revestida con el polímero con dos, cuatro y seis capas mejora la resistencia a compresión a los 28 días; aumentando la resistencia a compresión en 2.27%, 5.5% y 9.67% respectivamente a partir de la resistencia de las probetas patrón, tal como se puede apreciar en la figura 42.

Figura 42: Resistencia a compresión en probetas ensayadas.

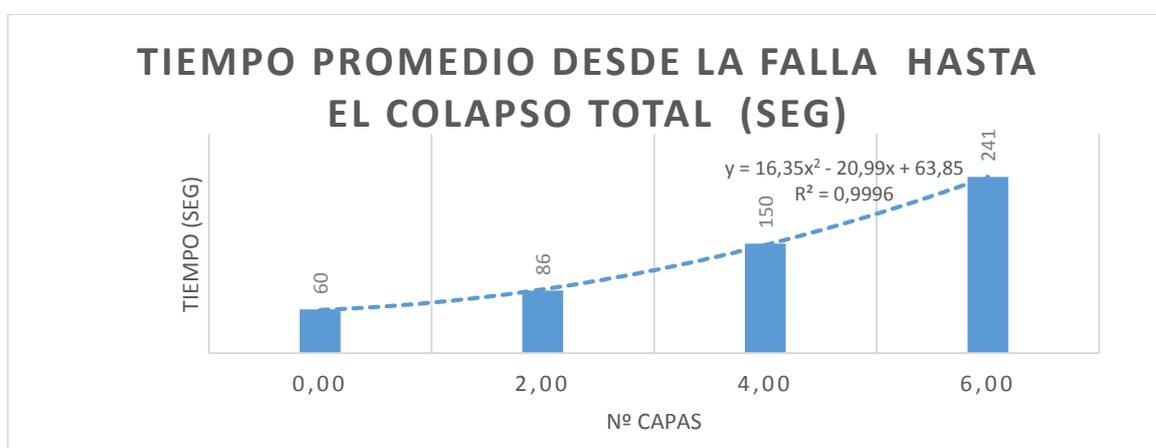


Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. COMPARACIÓN DEL TIEMPO QUE SE TARDA EN COLAPSAR DESPUÉS DE LA FALLA.

Como se pudo notar el incremento a la resistencia respecto a la muestra patrón no fue muy significativa por lo que se midió los tiempos desde el momento de falla hasta el momento de colapso total de las probetas que ocurre cuando la estructura no ofrece resistencia a la presión de las cargas, los valores obtenidos se muestran en la siguiente figura.

Figura 43: Resistencia a compresión en probetas ensayadas.



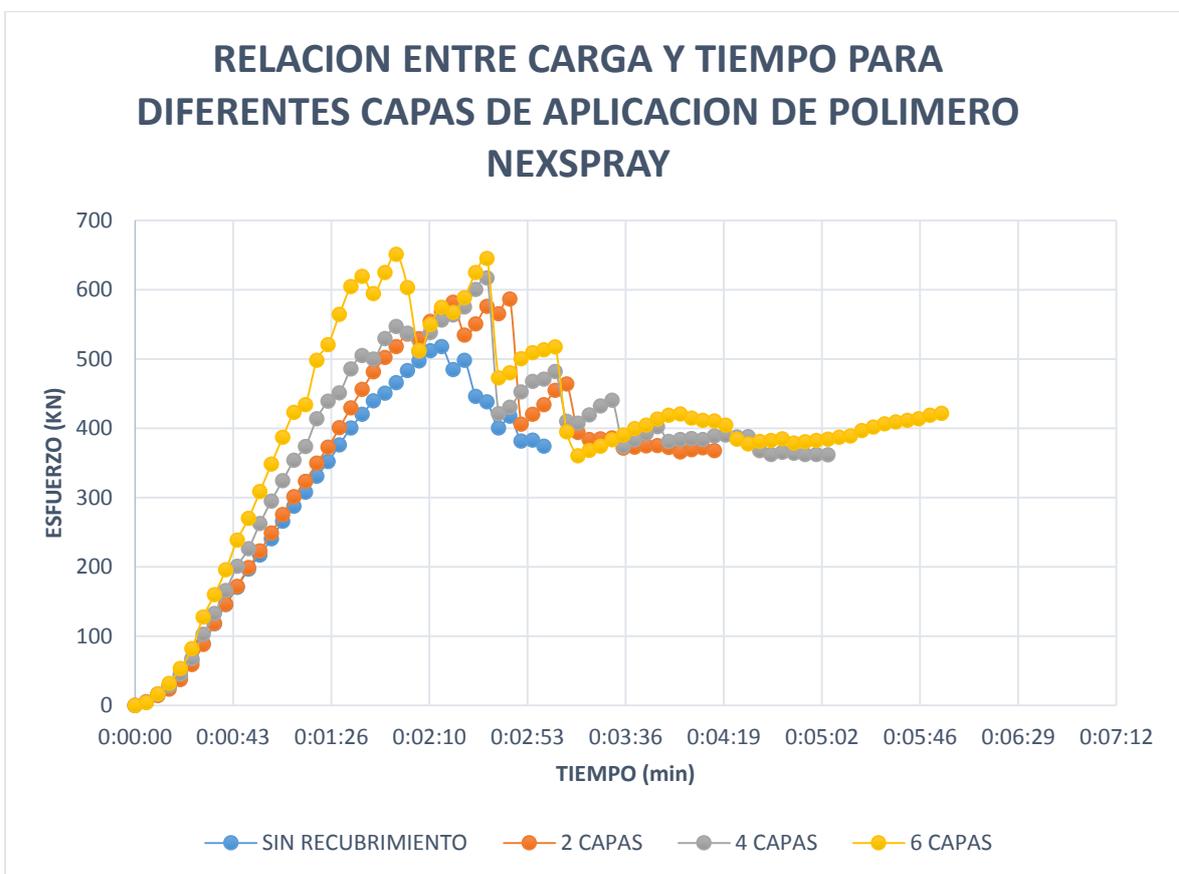
Fuente: Elaboración propia.

Este valor es de gran importancia ya que cuanto mayor es el tiempo en ceder de la estructura, mayor será el tiempo para la evacuación.

4.2.4. CURVA CARGA VS TIEMPO

Para un mejor entendimiento del efecto de revestir las probetas con el polímero NexSpray, se graficó la curva de carga vs tiempo con el promedio de los datos.

Figura 44: Curva carga vs tiempo.



Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura 44, que si bien no es muy significativa, el aumento de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto aumenta de manera directamente proporcional al número de capas de recubrimiento aplicadas. Se observa además que el tiempo de duración del ensayo, también varía en función al número de capas, permitiéndole a la probeta prolongar su tiempo de colapso.

Se podría decir que utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural, cambia el tipo de falla del concreto de una falla frágil a una falla dúctil.

4.3. FALLAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS

4.3.1. FALLA A COMPRESIÓN DE PROBETAS

Las probetas que no contaban con revestimiento denominados patrón presentaron un mayor número de fisuras y un mayor ancho de la grieta en comparación a las probetas revestidas con polímero NexSpray, como se puede apreciar visualmente en las siguientes figuras.

Figura 45: Falla de probetas patrón y probetas revestidas con polímero NexSpray a dos capas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 46: Falla de probetas revestidas con polímero NexSpray a cuatro y seis capas.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

Para analizar la normalidad de los resultados obtenidos se trabajó con el programa SPSS v22, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 20: Prueba de normalidad de los resultados.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
SIN RECUBRIMIENTO	,229	8	,200*	,912	8	,365
DOS CAPAS	,210	8	,200*	,929	8	,506
CUATRO CAPAS	,180	8	,200*	,953	8	,740
SEIS CAPAS	,181	8	,200*	,898	8	,275

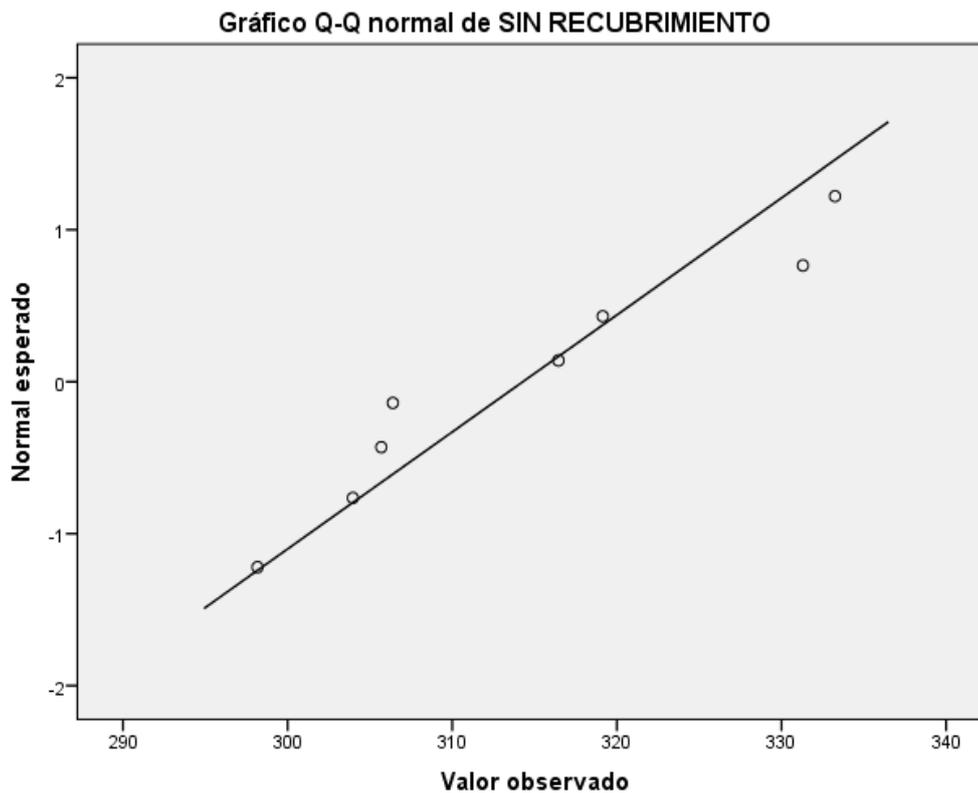
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Al tener menos de 50 datos por cada grupo se tiene que trabajar con la prueba de normalidad de Sahapiro-Wilk, y viendo el nivel de significancia para los cuatro grupos es mayor a 0.05 se puede decir que los datos son Normales.

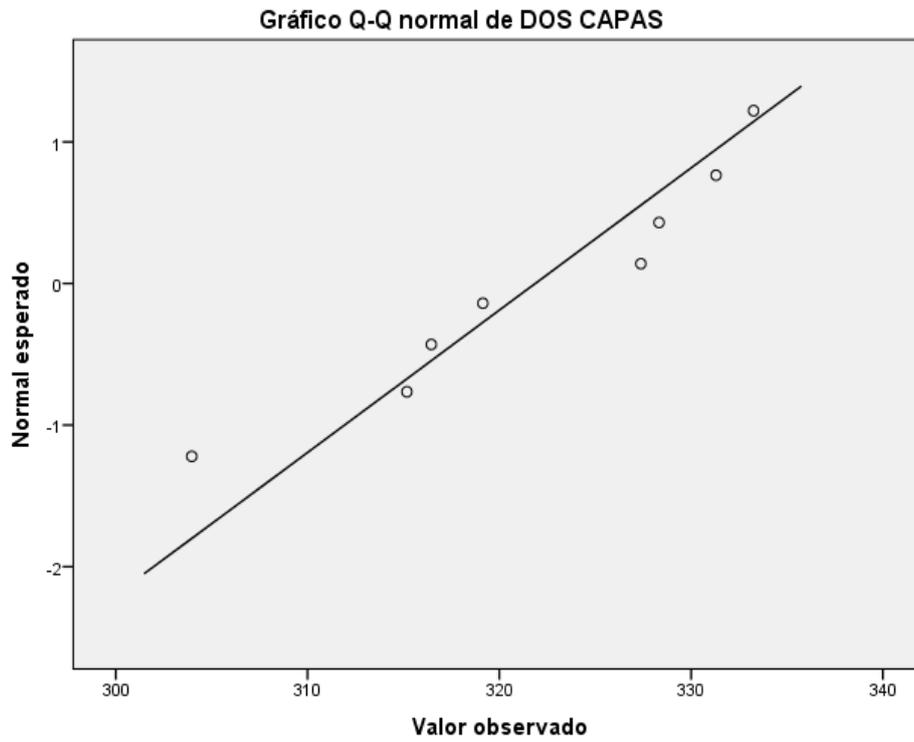
Figura 47: Normalidad de los resultados de probetas sin recubrimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos son normales, permitiendo utilizar la prueba R Pearson en la comprobación de hipótesis.

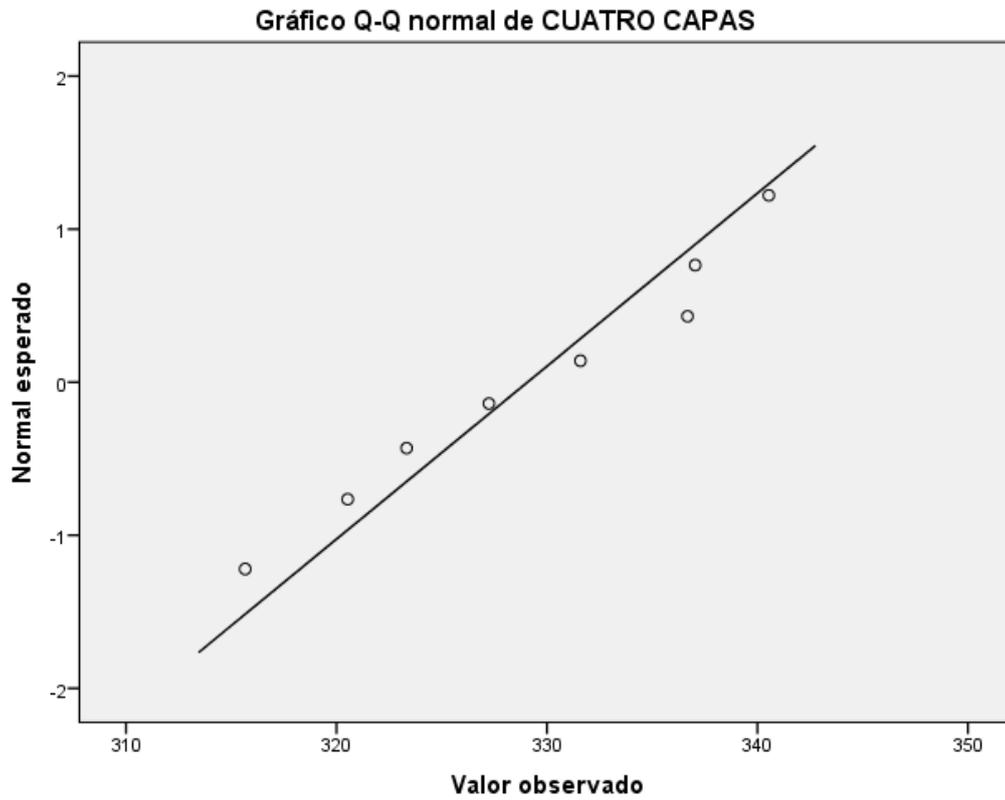
Figura 48: Normalidad de los resultados de probetas dos capas de recubrimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos son normales, permitiendo utilizar la prueba R Pearson en la comprobación de hipótesis.

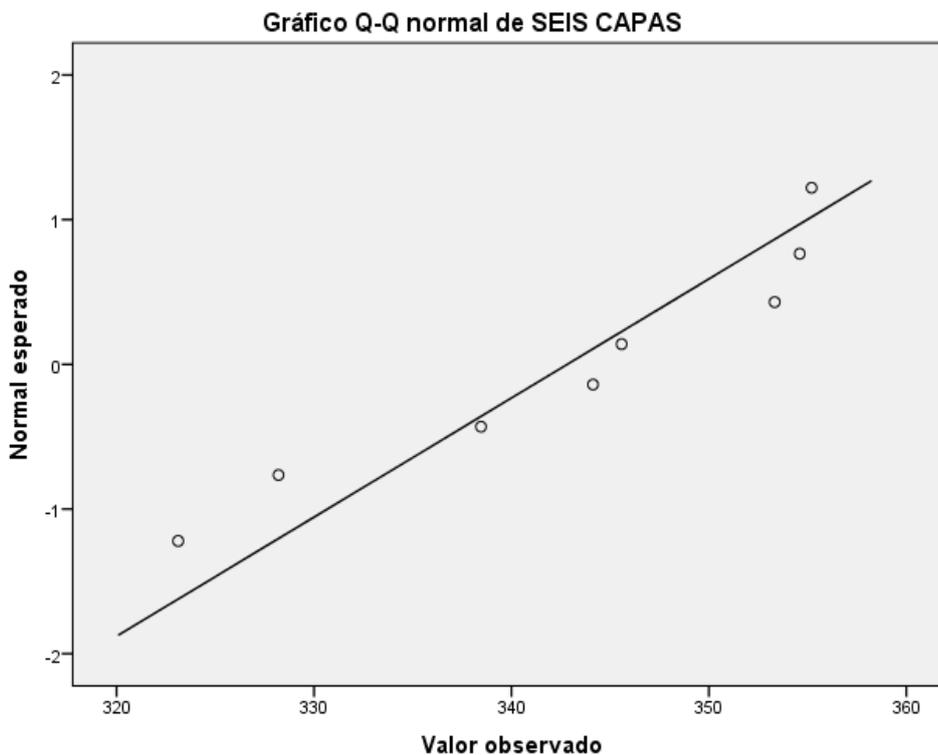
Figura 49: Normalidad de los resultados de probetas cuatro capas de recubrimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos son normales, permitiendo utilizar la prueba R Pearson para la comprobación de hipótesis.

Figura 50: Normalidad de los resultados de probetas seis capas de recubrimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos son normales, permitiendo utilizar la prueba R Pearson para la comprobación de hipótesis.

4.5. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Al ser normales los datos obtenidos se procede a realizar la prueba R Pearson para comprobar las hipótesis.

DE LA HIPÓTESIS GENERAL

H₀: Utilizando el polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, NO aumenta de manera muy significativa.

H₁: Utilizando el polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, aumenta de manera muy significativa.

Nivel de significancia:

Nivel de significancia (α): 5% = 0.05

Figura 51: Correlación de Pearson entre el número de capas y el porcentaje de variación de la resistencia a compresión.

		Correlaciones	
		CAPAS	%VAR POR CAPAS
CAPAS	Correlación de Pearson	1	,991**
	Sig. (bilateral)		,009
	N	4	4
%VAR POR CAPAS	Correlación de Pearson	,991**	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Elaboración propia.

Como la correlación de Pearson es de 0.991, esto indica que hay una correlación directa alta entre el número de capas y la variación de resistencia con una probabilidad del 98.3%.

Y como se vio en los resultados la variación de la resistencia se va incrementando hasta un máximo de 9.76%.

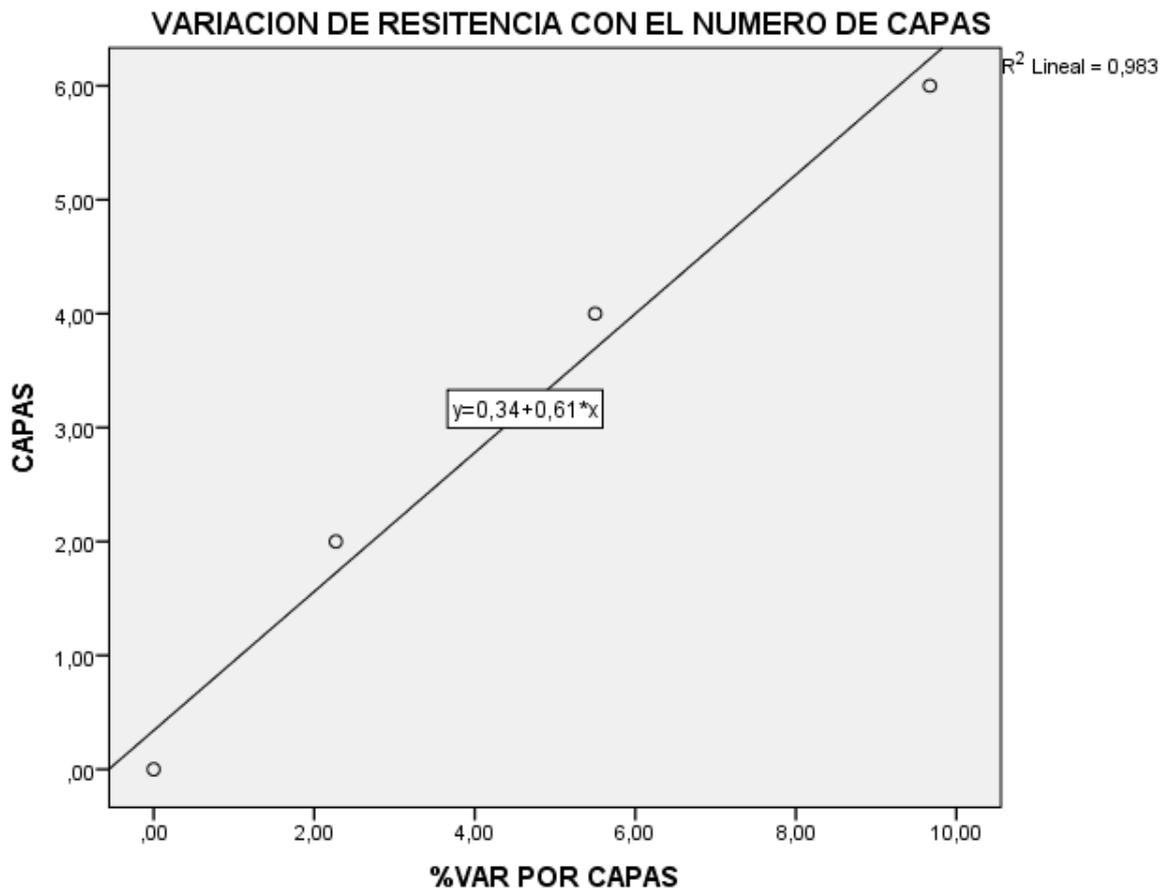
Decisión:

Se acepta la hipótesis nula (H_0)

Conclusión:

Utilizando el polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, no aumenta de manera muy significativa. Esto teniendo en cuenta un máximo de seis capas de recubrimiento. Ya que como se puede observar la curva de regresión llegará un punto donde el porcentaje de variación será mayor.

Figura 52: Tendencia lineal de variación de la resistencia a la compresión respecto al número de capas de reforzamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Para las hipótesis específicas se trabajó con la prueba Z por tratarse de muestras únicas.

Primera Hipótesis:

H₀: Utilizando dos capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, NO aumenta en más de un cinco por ciento.

H₁: Utilizando dos capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, aumenta en más de un cinco por ciento.

Nivel de significancia:

Nivel de significancia (α): 5% = 0.05

Figura 53: Prueba Z para: Dos capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural y variación de la resistencia del concreto endurecido

COLA A LA DERECHA			
<hr/>			
P=		0.02	
n=		20	
<hr/>			
Ho	Po	< o =	0.05
H1	P	>	0.05
<hr/>			
α	=		0.05
<hr/>			
Zc=		1.64	
Zp=		-0.6	
<hr/>			

Fuente: Elaboración propia.

Decisión:

Se acepta Ho

Conclusión:

Utilizando dos capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, no aumenta en más de un cinco por ciento.

Segunda Hipótesis:

Ho: Utilizando cuatro capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia a la compresión del concreto endurecido, no aumenta en más de un diez por ciento.

H1: Utilizando cuatro capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia a la compresión del concreto endurecido, aumenta en más de un diez por ciento.

Nivel de significancia:

Nivel de significancia (α): 5% = 0.05

Figura 54: Prueba Z para: Cuatro capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural y variación de la resistencia del concreto endurecido.

COLA A LA DERECHA			
P=		0.06	
n=		20	
Ho	Po	< o =	0.1
H1	P	>	0.1
A		=	0.05
Zc=		1.64	
Zp=		-0.7	

Fuente: Elaboración propia.

Decisión:

Se acepta Ho

Conclusión:

Utilizando cuatro capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia a la compresión del concreto endurecido, no aumenta en más de un diez por ciento.

Tercera Hipótesis:

H₀: Utilizando seis capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, no aumenta en más de un quince por ciento.

H₁: Utilizando seis capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, aumenta en más de un quince por ciento.

Nivel de significancia:

Nivel de significancia (α): 5% = 0.05

Figura 55: Prueba Z para: Seis capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural y variación de la resistencia del concreto endurecido.

<u>COLA A LA DERECHA</u>			
<u>P=</u>		0.10	
<u>n=</u>		20	
Ho	Po	< o =	0.15
H1	P	>	0.15
A		=	0.05
<u>Zc=</u>		1.64	
<u>Zp=</u>		-0.7	

Fuente: Elaboración propia.

Decisión:

Se acepta Ho

Conclusión:

Utilizando seis capas del polímero NexSpray como recubrimiento estructural, la resistencia del concreto endurecido, no aumenta en más de un quince por ciento

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El objetivo general fue determinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructura, mediante la realización de ensayos de resistencia a la compresión en laboratorio de las probetas fabricadas.

- Al realizar el ensayo de compresión de las probetas con dos capas de revestimiento de polímero NexSpray, se obtuvo que las probetas de concreto, incrementaron su resistencia a compresión en un 2.27% aproximadamente en comparación con las probetas de concreto sin recubrimiento.
- Así mismo al realizar el ensayo de compresión de las probetas con cuatro capas de revestimiento de polímero NexSpray, se obtuvo que las probetas de concreto, incrementaron su resistencia a compresión en un 5.5% aproximadamente en comparación con las probetas de concreto sin recubrimiento.
- Al realizar el ensayo de compresión de las probetas con seis capas de revestimiento de polímero NexSpray, se obtuvo que las probetas de concreto, incrementaron su resistencia a compresión en un 9.67% aproximadamente en comparación con las probetas de concreto sin recubrimiento.

Los resultados obtenidos de los ensayos, indican que al utilizar el polímero NexSpray como reforzamiento de las probetas de concreto aumenta la resistencia a compresión de la misma en comparación con aquellos que no fueron revestidas, estableciéndose que, a mayor cantidad de capas, mayor será el aumento de dicha resistencia.

Adicionalmente se puede confirmar que las probetas que no fueron revestidas con el polímero NexSpray tuvieron una falla frágil en la cual la pieza se rompió hasta en dos mitades, en cambio las probetas reforzadas con el polímero presentaron mayor ductilidad (baja fragilidad), pues estas se agrietaron, pero se mantuvieron siempre en una sola pieza gracias a que el polímero no cedió en ninguno de los ensayos.

5.2. RECOMENDACIONES

Los polímeros son una buena alternativa para la disminución de fisuras en probetas de concreto, sin embargo, se recomienda que se continúe con investigaciones de este material en futuros proyectos de titulación.

Es recomendable que se desarrolle nuevos modelos matemáticos simplificados para el análisis estructural y la medición del efecto de recubrimientos superficiales de alto desempeño en una estructura, ya que los modelos y software actuales son limitados y no permiten determinar el verdadero beneficio de los usos del polímero.

Es necesario la implementación de equipos de laboratorio para la medición de propiedades mecánicas de materiales diferentes a los convencionales, ya que en la actualidad el uso de nuevos materiales es más frecuente y es necesario estar en la vanguardia.

Se recomienda legislar sobre el uso de nuevos materiales para que se permita a las universidades realizar trabajos de investigación sobre los productos nuevos que ofrecen las empresas. Pues estas deben facilitar de manera gratuita dichos productos para fines de investigación y debería formar parte de un requisito obligatorio para la certificación y comercialización de estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, Ángel y de Diego, Ana . 2011.** *Refuerzo de estructuras con materiales compuestos (FRP)*. España : s.n., 2011.
- Dante Espeche, Ariel y Leon Gonzales, Javier. 2007.** *Esfuerzo de pilares con encamisado de hormigon solicitados a axil centrado*. Madrid : s.n., 2007.
- Deutsche Bauchemie e. V. 2009.** *La poliurea en el sector de la construcción y el medio ambiente*. Alemania : s.n., 2009.
- Díaz Heredia, E. 2007.** *“Influencia de diferentes variables en el comportamiento a flexión de secciones de hormigón armado reforzadas con materiales compuestos”*. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2007.
- Gonzales Cuevas, Óscar M. 2005.** *Aspectos fundamentales de concreto reforzado 4a. ed. México: Limusa, 2005. 802 p. : il. ; 2 0 cm.* México : Limusa, 2005. pág. 802. Vol. 4a. ed.
- GRUPO NEXUS. NEXSPRAY.** <http://www.gruponexus.com.pe/nexspray.html> . [En línea] [Citado el: 12 de Abril de 2017.]
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado , Carlos y Baptista Lucio , Pilar. 2004.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico : McGraw-Hill Interamericana, 2004.
- Júlio , E. , Franco , F y Silva , D. 2003.** *Structural Rehabilitation of Columns with Reinforced Concrete Jacketing, in Progress in Strucrtal Engineering and Materials*. 2003.
- Macgregor, James M. 1997.** *Reinforced concrete - mechanics and desing*. 3a. ed. New Jersey - EEUU : s.n., 1997.
- Molins Borrell , C y Serrá Martín, I. 2004.** *“Aspectos fundamentales para el diseño de un refuerzo estructural”*. Barcelona : s.n., 2004.
- MONTEJO FONSECA, Alfonso, MONTEJO PIRATOVA, Francy y MONTEJO PIRATOVA, Alejandro. 2013.** *Tecnología y patología del concreto armado*. Bogota D.C. - Colombia : Universidad Catolica de Colombia ediciones., 2013.
- Oviedo Bellott, Ramón. 2013.** *Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante por medio de la aplicación de correlación deflectométrica*. Lima : s.n., 2013.
- Park, R y Paulay, T. 1978.** *Estructuras de concreto reforzado*. Mexico : Limusa, 1978.
- Pasquel Carbajal, Enrique. 1993.** *Topicos de tecnologia del concreto en el Perú*. Lima : s.n., 1993.
- Rivva Lopez, Enrique. 1992.** *Tecnologia del concreto. Diseño de Mezclas*. Lima : s.n., 1992.
- Sanchez Muñoz, Fernando Lorenzo y Tapia Medina, Robinson David. 2015.** *RELACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDADES DE 3, 7, 14, 28 Y 56 DIAS RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDAD DE 28 DIAS*. Trujillo - Perú : s.n., 2015.

Tanner, P. 1999. *Fiabilidad estructural. ¿Un criterio de Maastricht?* In *Nuevas técnicas de evaluación estructural, rehabilitación y refuerzo de estructuras*. Madrid : s.n., 1999.

ANEXOS

ANEXO 01: DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO DE AGREGADO GLOBAL

El método de Agregado Global nos permite seleccionar la mejor combinación de agregados por peso unitario compacto en laboratorio, de acuerdo a los porcentajes de combinación de cada tipo de agregado, y de ese dato hacer el diseño de mezcla respectivamente.

A partir de los datos que se muestran se procedió a hacer el diseño de mezcla.

Datos iniciales del diseño de mezcla.

TIPO DE CEMENTO			
Andino I			
DATOS INICIALES			
	Piedra	Arena	Cemento
P.E.	2760	2570	3110 kg/m ³
PUC	1581	1777	Kg/m ³
PUS	1409	1513	Kg/m ³
% de Abs.	1.02	1.38	
% de Hum.	0.25	3.35	
Modulo de Fineza	7.29	3.2	
Tamaño Max Nom.	0.5	Pulgadas	

Borrar Todo

En los requerimientos del concreto colocamos la resistencia y el Slump de trabajo, que para columnas y vigas es comúnmente de 4 pulgadas, además del diseño que se hará por resistencia y no durabilidad y sin aire incorporado.

Requerimientos para el diseño de mezcla.

REQUERIMIENTOS					
F'c	210	Kg/cm ²	Slump	4	Pulgadas
Sin Aire Incorporado		Tipo de exposición:		Exposicion Suave	
Diseño por:		Resistencia			
Durabilidad					
Concreto de baja permeabilidad:					
<input checked="" type="radio"/> Expuesto a Agua Dulce					
<input type="radio"/> Expuesto a Aguas de Mar o Aguas Salubres					
<input type="radio"/> Expuesto a Aguas Cloacales					
Concreto expuesto a procesos de congelacion y deshielo en condicion humeda:					
<input type="radio"/> Sardineles, cunetas o secciones delgadas					
<input type="radio"/> Otros Elementos					
Otras posibilidades:					
<input type="radio"/> Proteccion contra la corrosion de concreto expuesto a la accion de agua de mar, agua salobre, neblina o rocio de esta agua					
<input type="radio"/> Si el recubrimiento minimo se incrementa el 15 mm					

En el cálculo se logra obtener el diseño para 1 m³ de concreto además del diseño para 1 bolsa de cemento que con la cual se trabajó.

Resultados del diseño de mezcla

Metodo ACI - 211 | Modulo de Fineza | Agregado Global | Metodo Walker

<p>Determinación del Fcr</p> <p><input type="radio"/> Con Data <input checked="" type="radio"/> Sin Data</p> <p>Desviación Estandar: <input type="text" value="30"/></p> <p>Fcr = <input type="text" value="280"/> kg/cm²</p>	<p>Calculo del Agua</p> <p><input type="radio"/> Forma de la Piedra <input checked="" type="radio"/> Tamaño de la Piedra</p> <p><input checked="" type="radio"/> Redondeado <input type="radio"/> Anguloso</p> <p>Agua : <input type="text" value="215"/> litros</p>
<p>Calculo de Aire</p> <p>Aire Atrapado: <input type="text" value="2.5"/> %</p>	<p>Relacion a/c</p> <p>a/c : <input type="text" value="0.578"/> Cemento : <input type="text" value="371.9723183"/> kg</p>
<p>Agregados</p> <p>Colocar los porcentajes de agregado fino y grueso de acuerdo al total del volumen de los agregados</p> <p style="text-align: right;">Agregado Fino Agregado Grueso</p> <p style="text-align: right;"><input type="text" value="46"/> <input type="text" value="54"/> %</p>	
<p>CALCULAR</p>	

	Diseño Estático para 1 m ³			Diseño Dinámico para 1 m ³ de Concreto				Para 1 Bolsa de Cemento		
	PE (kg/m ³)	Peso (kg)	Volumen	Peso (kg)	R. Unitaria	Volumen m ³	Volumen pie ³	Tanda (kg)	Volumen	
Cemento	3110	371.972318	0.11960524	371.972318	1	0.24783724	8.75228984	42.5	1	Pie3
Agua	1000	215	0.215	207.434850	0.55766206	207.434850	207.434850	23.7006376	23.7006376	lt.
Piedra	2760	954.444339	0.34581316	956.830450	2.57231628	0.67908477	23.9816525	109.323441	2.74004323	Pie3
Arena	2570	757.074676	0.29458158	782.436678	2.10348093	0.51714255	18.2627168	89.3979395	2.08662157	Pie3
Aire			0.025							

Una vez realizado los cálculos se pudo obtener el diseño de mezcla.

Diseño de mezcla volumétrico.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	1	Bolsa
Agua	23.7	litros
Piedra	2.74	Pie3
Arena	2.09	Pie3

Diseño de mezcla de trabajo.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	1	Bolsa
Agua	23	litros
Piedra	2.50	Pie3
Arena	2.00	Pie3

ANEXO 02: RESULTADOS DE LABORATORIO.



LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC02-08/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 08 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : [HORMIGÓN]. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (KN)	Fc (kg/cm2)	PERCENT %
1	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	10/09/2016	05/11/2016	36	305.00	331.30	157.8%
2	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	10/09/2016	05/11/2016	36	319.86	303.96	144.7%
3	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	10/09/2016	05/11/2016	36	358.97	319.14	152.0%
4	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	10/09/2016	05/11/2016	36	368.34	333.26	158.7%
5	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	10/09/2016	05/11/2016	36	339.67	316.45	150.7%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA Fc PERMISIBLES ± 1.5
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LÍNEA PERUANA INDECOPI: 09-004-1963)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CTR del 07.01.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMITIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junin
 Cel: 988847109
 Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC01-15/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 15 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	f _c (kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	17/09/2016	12/11/2016	30	508.97	333.25	158.7%
2	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	17/09/2016	12/11/2016	30	445.07	258.75	123.2%
3	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	17/09/2016	12/11/2016	30	523.43	305.09	145.0%
4	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	17/09/2016	12/11/2016	30	530.93	306.39	145.9%
5	PROBETA PATRON SIN RECUBRIMIENTO	210	17/09/2016	12/11/2016	30	508.50	298.17	142.0%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (Días)	RESISTENCIA F _c PERMITIDOS ± 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (Días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LEY PERUANA INDECOPIL - 09-004-1995)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°302-98/INDECOPIL - CTR del 07 del 1998).
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMITIDAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC03-08/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLIMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACION	: HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE EMISION	: EL TAMBO, 08 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F'c DE DISEÑO (Kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	F _c (Kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECRUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	603.00	331.30	157.8%
2	PROBETA CON RECRUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	554.14	303.96	144.7%
3	PROBETA CON RECRUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	578.38	319.14	152.0%
4	PROBETA CON RECRUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	603.97	333.26	158.7%
5	PROBETA CON RECRUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	572.88	316.43	150.7%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (Días)	RESISTENCIA (Kg/cm ²) PERMITIDOS ± 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PRBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (Días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 3d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (JURIS PERUANA INDECOP - 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOP - CTR del 07.01.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PRBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PRBETAS SON ELABORADAS Y REMETIDAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 001PC02-15/011-2016-RC
 SOLICITANTE : BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
 ASESOR DE TESIS : ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
 TESIS : "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
 UBICACIÓN : HUANCAYO - JUNÍN
 FECHA DE EMISIÓN : EL TAMBO, 15 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	Fc (kg/cm2)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	572.13	315.18	150.1%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	525.70	288.51	137.4%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	531.60	292.41	139.2%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	498.98	294.59	140.3%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	523.64	327.38	155.9%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA Fc (%) PERMITIDOS +/- 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LIGA PERUANA INDECOP: 0P-004-1983)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOP - CTR del 07.01.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMITIDAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC01-23/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	F _c (kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	56	596.90	328.33	156.3%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	56	583.64	320.83	152.8%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	56	621.50	340.54	162.2%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	56	628.99	345.76	164.6%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	56	595.91	327.22	155.8%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA F _c PERMITIDOS \pm 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LEY PERUANA INDECOPIL 09-004-1995)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°1902-88/INDECOPIL - CTR del 07.01.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMITIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junín

Cel: 986847109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC02-23/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	f _c (kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	578.09	316.74	150.8%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	554.14	303.96	144.7%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	584.23	320.81	152.8%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	603.96	332.36	158.3%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 2 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	536.09	294.70	140.3%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA f _c PERMITIDOS \pm 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPIL 09-004-1983)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°302-98/INDECOP1 - CTR del 07.03.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH S.A.C. NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REVENIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junín

Cel: 986847109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC04-08/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: INGL. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLIMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 08 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	fc (kg/cm2)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	30	641.54	336.68	160.3%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	30	638.21	340.54	162.2%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	30	592.50	315.66	150.3%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	30	657.21	349.77	166.6%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	30	605.41	320.53	152.6%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA %
	PERMITIDOS +/- 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
	24h
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BUJA PERUANA INDECOP: 0P-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOP - CTR del 07.05.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH S.A.C. NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REVISADAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junin

Cel: 980847109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC03-15/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: INGL. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLIMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACION	: HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE EMISION	: EL TAMBO, 15 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	Fc (kg/cm2)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	635.61	337.04	160.5%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	613.88	323.33	154.0%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	574.02	303.44	144.5%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	633.45	331.59	157.9%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	30	625.48	327.24	155.8%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA Fc PERMITIDOS +/- 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BUENA PERUANA INDECOPI - 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°903-98/INDECOPI - CTR del 07.03.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMETIDAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 001PC03-23/011-2016-RC
 SOLICITANTE : BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
 ASESOR DE TESIS : INGL. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
 TESIS : "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLIMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
 UBICACION : HUANCAYO - JUNIN
 FECHA DE EMISION : EL TAMBO, 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
Código : ASTM C39/C39M-2004
Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	Fc (kg/cm2)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	662.51	351.67	167.5%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	622.27	329.80	157.0%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	637.55	337.72	160.8%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	582.50	307.44	146.4%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	30	606.46	318.11	151.5%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA Fc PERMITIDOS +/- 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BUENA PERUANA INDECOPI - 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°903-98/INDECOPI - CTR del 07.03.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMETIDAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC04-23/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLIMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (kN)	Fc (kg/cm2)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	36	650.51	341.04	162.4%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	36	637.12	336.10	160.0%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	36	637.71	334.33	159.2%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	36	570.80	299.13	142.4%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 4 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	24/09/2016	19/11/2016	36	598.22	313.31	149.2%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA (%) PERMITIDOS \pm 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LIGA PERUANA INDECOP - 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOP - CTR del 07.01.1998).
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORAN LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y RESETIDAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 001PC05-08/011-2016-RC
 SOLICITANTE : BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
 ASESOR DE TESIS : ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
 TESIS : "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
 UBICACIÓN : HUANCAYO - JUNIN
 FECHA DE EMISIÓN : EL TAMBO, 08 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	Fc DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (kN)	Fc (kg/cm2)	PERCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	695.28	335.20	169.1%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	630.27	323.12	153.9%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	646.29	328.20	156.3%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	709.00	339.86	171.4%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	10/09/2016	05/11/2016	56	657.54	338.46	161.2%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA Fc
	PERMITIDOS +/- 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
	24h
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BUENA PERUANA INDECOPI - 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CTR del 07.01.1998).
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMETIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junin

Cel: 980647109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC03-15/011-2016-RC
SOLICITANTE	: RACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 15 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	F _c (kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECURRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	56	687.46	353.33	168.3%
2	PROBETA CON RECURRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	56	669.90	344.13	163.9%
3	PROBETA CON RECURRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	56	718.83	367.97	175.2%
4	PROBETA CON RECURRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	56	689.93	354.60	168.9%
5	PROBETA CON RECURRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	17/09/2016	12/11/2016	56	679.51	345.58	164.6%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA EN COMPRESION PERMITIDOS ± 10
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGUN PERUANA INDECOP - 0P-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOP - CTR del 07.01.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMETIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junín
Cel: 986847109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC01-29/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLÍMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACIÓN	: HUANCAYO - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 29 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	F _c (kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	30	604.00	309.06	147.2%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	30	660.64	339.37	161.0%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	30	689.53	334.03	168.6%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	30	635.29	327.67	156.0%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	30	661.07	338.23	161.1%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA (%) PERMITIDOS apr. 30
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	(+/- 0.5h ó 2.1%)
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BUENA PERUANA INDECOPI - 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-96/INDECOPI - CTR del 07.01.1996)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMETIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junín
Cel: 980847109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 001PC02-29/011-2016-RC
SOLICITANTE	: BACH. JOSÉ LUIS SIMÓN BLANCAS
ASESOR DE TESIS	: ING. AUGUSTO ELIAS GARCIA CORZO
TESIS	: "VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENDURECIDO UTILIZANDO EL POLIMERO NexSpray COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL"
UBICACION	: HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE EMISION	: EL TAMBO, 29 DE NOVIEMBRE DE 2016

Título : (HORMIGÓN). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Código : ASTM C39/C39M-2004

Título : Estandar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

MUESTRA N°	IDENTIFICACION	F _c DE DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA DE ELABORACION DE LA PROBETA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA (KN)	F _c (Kg/cm ²)	PORCENT. %
1	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	56	703.97	364.20	173.4%
2	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	56	616.30	318.36	151.0%
3	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	56	689.61	355.87	169.5%
4	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	56	622.80	319.77	152.3%
5	PROBETA CON RECUBRIMIENTO DE 0 CAPAS DE POLIMERO NEXSPRAY	210	01/10/2016	26/11/2016	56	615.12	316.31	150.6%

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034/19999

EDAD (días)	RESISTENCIA F _c
	PERMISITOS (+/- 20)
7	70
14	85
21	95
28	100

LAS PROBETAS FUERON ENSAYADAS A LAS EDADES DETERMINADAS, LAS CUALES ESTARAN SUJETAS

A LAS TOLERANCIAS DE TIEMPO INDICADAS :

EDAD DE ENSAYO (días)	TOLERANCIA PERMISIBLE
	24h
3d	(+/- 2h ó 2.8%)
7d	(+/- 6h ó 3.6%)
28d	(+/- 20h ó 3.0%)
90d	(+/- 2d ó 2.2%)

Observaciones:

- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LÍNEA PERUANA INDECOPI- 09-004-1993)
- LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-96/INDECOPI - CTR del 07.01.1998)
- LA EMPRESA ICCSAH SAC NO GARANTIZA LA CALIDAD, DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS VACIADAS CON EL CONCRETO DE LOS CUALES SE ELABORARON LAS PROBETAS QUE SE ENSAYARON, LAS PROBETAS SON ELABORADAS Y REMITIDAS POR EL SOLICITANTE.

Jr. Los Mercaderes N° 1022 - El Tambo - Huancayo - Junín

Cel: 986847109

Email: iccsah@hotmail.com - iccsahsac@gmail.com

ANEXO 03: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ENSAYO A COMPRESIÓN.

 METROLOGÍA Y TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		CERTIFICADO DE CALIBRACION MT - LF - 052 - 2016
Área de Metrología <i>Laboratorio de Fuerza</i>		Página 1 de 3
1. Expediente	31583	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERÍA DE CALIDAD EN CONCRETO SUELOS ASFALTO E HIDRÁULICA S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Los Mercaderes N° 1022 El Tambo Huancayo - JUNÍN	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad	2000 kN	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STYE - 2000	
Número de Serie	141118	
Clase	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	CMC	
Modelo	LM - 02	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)	
5. Fecha de Calibración	2016-10-12	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2016-10-12	 Ing. WILLIAMS PÉREZ COELLO	
<small> Metrología y Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282 RPM: *849 272 / *849 282 </small>		
		<small> email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com </small>

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
MT - LF - 052 - 2016***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,5 °C	24,7 °C
Humedad Relativa	64 % HR	64 % HR
Presión Atmosférica	998 mbar	998 mbar

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celda de Carga TECNICAS con U = 0,307 %	Celda de carga de 2 000 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	METROTEC MT-IC-001-2016

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

CERTIFICADO DE CALIBRACION MT - LF - 052 - 2016

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	150	148,9	148,5	148,9	148,8
20	300	298,0	298,3	298,5	298,3
30	450	448,2	447,7	447,6	447,9
40	600	597,6	598,1	597,9	597,8
50	750	754,3	755,1	754,5	754,7
60	900	910,7	910,1	910,5	910,4
70	1050	1061,3	1061,0	1061,7	1061,3
80	1200	1212,8	1213,3	1213,2	1213,1
90	1350	1366,7	1367,9	1368,0	1367,6
100	1500	1517,8	1518,3	1518,5	1518,2
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
150	0,82	0,27	---	0,01	0,64
300	0,59	0,17	---	0,00	0,62
450	0,48	0,13	---	0,00	0,62
600	0,36	0,08	---	0,00	0,62
750	-0,62	0,11	---	0,00	0,62
900	-1,14	0,07	---	0,00	0,62
1050	-1,06	0,07	---	0,01	0,62
1200	-1,08	0,04	---	0,01	0,61
1350	-1,28	0,10	---	0,01	0,62
1500	-1,20	0,05	---	0,01	0,62

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0,00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Metrología y Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: *849 272 / *849 282

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

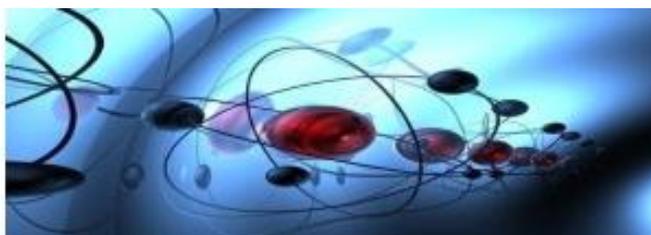
ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

ANEXO 04: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL POLÍMERO NexSpray

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

Empresa dedicada a la importación y distribución de revestimientos de poliuretano de alta densidad de última generación nanotecnológica, cumpliendo estrictamente con los más altos estándares de Calidad. USA, Alemania, Hungría, Turquía, China y COREA del Sur.

**CONSTRUCTION & ISOLATION
PRODUCT INDUSTRY LTD. CO.
NEXSPRAY 954**

DESCRIPCION

Es de dos componentes, de sistema elastomérico 1,000%; 100% libre de disolvente y 100% de material sólido. El Producto es aromático y muy resistente contra la abrasión. Instalación por inyección y toma la forma de la superficie.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Los campos de aplicaciones de NEXSPRAY son muy amplios debido a sus características Extremadamente altas. Se aplica en muchas áreas, tales como la construcción y el sector de la aviación. Proporciona excelente aislamiento hidráulico en edificios y terrenos. Ofrece una excelente protección Contra la corrosión de recubrimiento para todos los metales y estructuras de acero. (Aislamiento Hidráulico de puentes, túneles, piscinas y tuberías). Puede ser utilizado para recubrimientos industriales, Además de la impermeabilización del agua y aislamiento Eléctrico. (Alimentación y sector industrial, granjas, zonas de Aparcamiento, vagones, industria naval). Superficies aplicables: hormigón, acero, madera, metal, plástico, Bitumen (alquitrán), vidrio, láminas, tejas, onduline geo-textiles, telas no tejidas, poliuretano, etc.

Lugares de Aplicación:

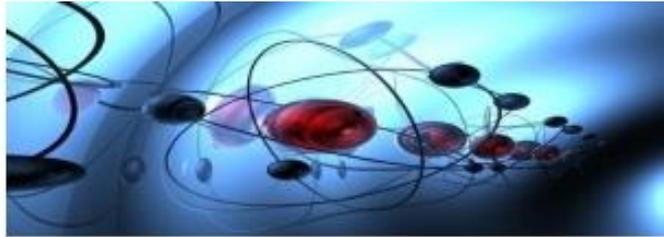
1. En áreas de estacionamiento y garajes
2. Balcones y protección de cubierta
3. Pavimentos industriales
4. Refinerías
5. Ductos de calefacción, oleoductos, gasoductos
6. Sistemas de purificación de agua
7. El asbesto encapsulado
8. Industria Minera
9. Laboratorios de pruebas eléctricas
10. plataformas petrolíferas
11. Puentes y Túneles

Grupo Nexus del Peru S.R.L.
Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico
Tif: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL

Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.

Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

VENTAJAS

- Incluye todas las características de impermeabilidad, anti-moho y última capa de pintura
- Se aplica muy rápido (una mano de obra / 1 hora / 250 m²)
- Se utiliza como una capa fina (2-3 mm)
- una capa delgada que es de 2 mm, proporciona impermeabilidad máxima
- El tiempo de curado es de 10 segundos
- La superficie es compacta debido a la aplicación de varias capas
- Es muy resistente a la abrasión, así que no hay ninguna junta o grieta
- Resistencia química excelente
- No hay necesidad de aplicar una capa mas
- **Compatible con todos los materiales de construcción**
- Rango de aplicación de temperatura es muy amplio (0-45 ° C) y humedad del aire se puede aplicar en 100%
- **Excelente resistencia al choque térmico (-40 ° C - +200 ° C)**
- Después de la aplicación sobre el terreno se puede transitar a los 35sg
- Ecológico
- Larga vida útil (estimada 25 y más)

CARACTERISTICAS TECNICAS

Color: Amarillo y Gris (bajo petición)

Temperatura de almacenamiento: + 10 ° C / +30 ° C

Densidad: 1,1 • } 0,01 g / cm³

Relación de componentes : 1,0: 1,0 (en volumen)

Viscosidad de la mezcla de PRI t = 80 ° C : 100 mPa·s

Dureza (Shore A) : 80 (ASTM D2240, DIN 53505)

Fuerza de arranque (tracción) : 12,3 MPa (ASTM D412, DIN 53504)

Fuerza de rasgado : 9,3 MPa (ASTM D412, DIN 53504)

Stretch durante estiramiento (Alargamiento) : . 250 (ASTM D412, DIN 53504)

Adherencia sobre el metal : ≥2,3 - MPa (DIN 53504)

Adherencia sobre hormigon : ≥ 0,9 MPa (DIN EN 24624)

Resistencia electrica : 50Kv Ratings, (Class 1 as per ASTM-D-173-93)

Resistencia a productos químicos (170 horas en la sala de temperatura) *

10% de NaCl : Durable

10% de acido sulfurico / H2SO4 : Durable

10% de acido clorhidrico / HCl : Durable

20% de amonio / NH4 + : Resistente

50% hidroxido de sodio / NaOH : Durable

20% de hidroxido potasico / KOH : Durable

Tiempo de secado : 10 segundos

Tiempo de endurecimiento (t = 20) : 21 segundos

Completo resistencia en seco mecanico : 1 hora

Grupo Nexus del Peru S.R.L.

Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico

Tif: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913

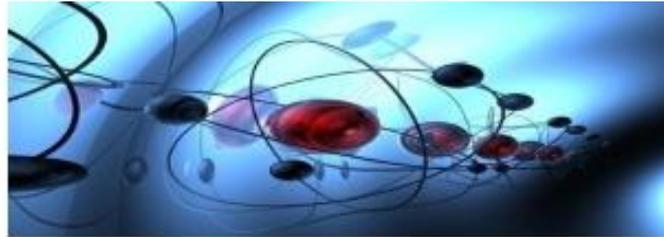
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA

ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL

Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.

Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

Resistencia a la abrasion : 333,3 mg (clase H22) EN 5470

Resistencia al impacto : Kals III EN ISO 6272-1

Permeabilidad CO2 : SD= 73,48 m* EN ISO 1062-2

El vapor de agua Permeabilidad : 5,290, admision a la clase II EN ISO 7783-2

Resistencia al agua : Resistente

Resistencia de la exposicion a altas temperaturas en un corto periodo de tiempo
(t = 200 °C, 1 min): no cambia

Las temperaturas de los componentes (durante la aplicacion) : +75 - +80 °C

La presion durante la aplicacion : 170 - 200 Bar (min 170 bar, max 240 bar)

Vida util : 6 meses

Consumo (1 mm de espesor) : 1,4 kg / m² (en areas de reparacion)

Vida Util en condiciones normales : 25 - 50 años

*La preparacion de la muestra sobre el revestimiento.

APLICACIÓN

El metodo de aplicacion de 2 capas.

Con el fin de tener un consumo minimo, se prefiere un piso liso. No debe haber grandes parches y las proyecciones. La superficie debe estar limpia.

Las superficies de concreto deben ser mecanicamente compactas / fuerza. 1,4 MPa.

Duayen Spray puede aplicarse 28 dias despues en el concreto despues de que el concreto haya sido vaciado (para el concreto nuevo).

El contenido de humedad del hormigon debe ser revisado. El maximo de humedad debe ser 4%.

Si no hay ninguna humedad, Duayen Spray se puede aplicar directamente sobre la superficie sin imprimacion.

Si la superficie ha sido cubierta con hielo, la aplicacion no se proporciona adecuadamente.

Si la temperatura del aire esta por debajo de +8 °C, imprimacion epoxi debe ser aplicado.

Si la superficie tiene membrana de vapor, se debe aplicar antes de Duayen Spray.

Las superficies de acero se debe hacer con chorro de arena. Sa 2,5 (ISO 8501-1), el grado de suavidad R . 130-170/Ém.

En Superficies de azulejos se debe hacer con chorro de arena. Imprimacion epoxi fina se debe aplicar despues de chorro de arena y luego Duayen Spray debe ser aplicada.

Equipos de aplicacion:

- . De alta presion del compresor de aire
- . Dos transferencias de la bomba (bomba de transferencia Dual)
- . Generador (potencia: 45 kw)

Grupo Nexus del Peru S.R.L.

Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico

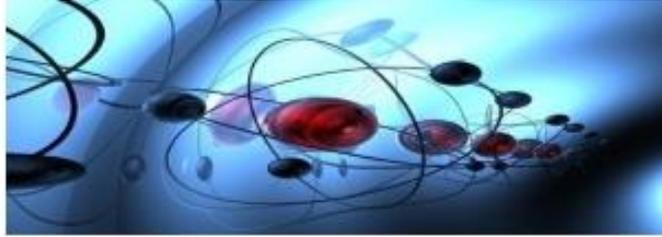
Tif: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913

Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA

ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

NEX SPRAY SYSTEM (HYDRO AISLAMIENTO)

SUPERFICIES CONCRETAS

a) En primer lugar, las preparaciones mecánicas se hacen:

- 1 - Daños grandes se llena de hormigón (para superficies viejas)
- 2 - Grandes grietas en el piso son de corte transversal con una sierra de diamante y se reforzó con elementos de acero y con intervalos de 40 cm.
- 3 - La superficie debe estar limpia y libre de aceite.

b) Hidro aislamiento

Se aplica Duayen Sistema de pulverización.

Se pueden aplicar en materiales (asfalto, hormigón, etc) en Duayen Sistema de pulverización

NEX SPRAY EM-954 (COMO PINTURA FINAL)

Se aplica en edificios nuevos como durante la reconstrucción. Por ejemplo, se puede aplicar en las plantas industriales viejas, techos, paredes, piscinas, áreas de estacionamiento. La última capa es ligeramente áspera.

Puede ser hecho antideslizante por la dispersión de cuarzo superior de la misma. (la resistencia al Deslizamiento puede aumentar). Color deseado del recubrimiento final puede ser dada mediante la aplicación de PU A-324.

Superficies nuevas

a) Preparacion de la superficie (Recubrimiento)

Barrido

Se ha limpiado las juntas de lechada se rellenan con sellador de poliuretano

2K Primer epoxi se aplica (liquido, con base de resina, 1 mm)

Cuarzo seco se dispersa sobre la imprimación fresca

Cuarzo restante se barre con la arena después del secado

La superficie se frota con esmeril y se barre

b) Etapa Final:

Aplicación del Sistema Duayen spray

Reconstrucción de las superficies

Durante la reconstrucción de las superficies;

a) En primer lugar, se hacen las preparaciones mecánicas

- Grandes daños se llenan con hormigón (para superficies viejas)
- Grandes grietas en el suelo se cortan a cruzar con una sierra de diamante y se reforzó con elementos de acero.
- La superficie debe estar limpia y libre de aceite.
- Chorro de arena se hace
- La corrección se realiza con un esmeril de diamante
- Última roce con esmeril se hace.

Grupo Nexus del Peru S.R.L.

Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico

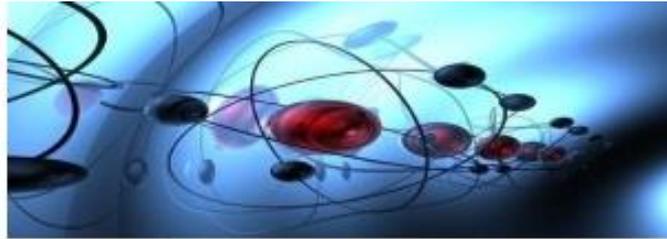
Tif: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913

Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA

ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

c) Etapa Final :

Nex Spray se puede aplicar directamente en función de la condición del techo para la construcción del techo. Se puede aplicar directamente sobre el asfalto viejo. No hay necesidad de limpiar el asfalto viejo.

SUPERFICIES DE ACERO

NexSpray aerosol de revestimiento tiene características muy fiables. Se aplica en todas las construcciones de acero. (Almacenes, hangares, naves industriales) La única condición es el arenado de la superficie. Después del proceso de chorro de arena, de dos componentes se aplica Nex Spray.

VIDA UTIL:

Se puede almacenar 6 meses en condiciones originales y sin abrir el embalaje y seco. Temperatura de Almacenamiento 10 ° C - 30 ° C, si abrieron los paquetes deben cerrarse inmediatamente.

TIPO DE EMPAQUE:

A COMPONENTE
- 200 kg (cilindro)
B COMPONENTE
- 220 kg (cilindro)

RECOMENDACIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

Los peligros potenciales puede ser producido por las características de los componentes tóxicos y de forma mecánica a alta presión durante los estudios.

El equipo trabaja bajo una presión muy alta.

El operador de la máquina debe cumplir con las instrucciones de funcionamiento durante la operación.

En condiciones normales de funcionamiento, los componentes químicos reaccionan en segundos.

(1segundo o menos) En este caso, los componentes libres del sistema, no existen como arma.

Independientemente de ello, una cantidad mínima de aerosol es liberado en el medio ambiente. La

Exposición prolongada puede causar síntomas alérgicos.

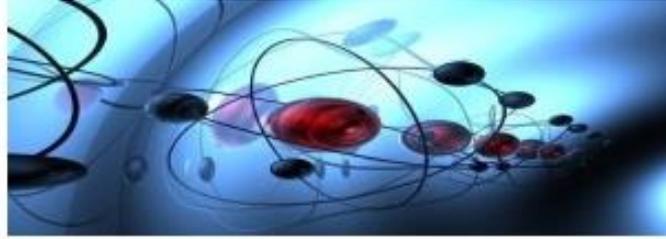
Por esta razón, es necesario proteger el equipo durante el funcionamiento en las siguientes condiciones:

- 1 - Si se aplica en un lugar cerrado, la zona debe estar bien ventilada
- 2 - El flujo de aire inverso debe evitarse en espacio abierto
- 3 - Usar de guante protector ligero
- 4 - Usar ropa de trabajo
- 5 - Usar gafas de protección
- 6 - Usar máscara de protección respiratoria (boca y nariz)

Grupo Nexus del Peru S.R.L.
Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico
Tlf: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

El material no polimerizado deben evitar el contacto con la piel y los ojos debido a sus efectos irritantes:
En caso de contacto con la piel o los ojos deben enjuagarse con abundante agua y jabón inmediatamente,
Debe consultar a un médico de ser necesario.
Contaminación material de los alimentos debe ser evitado. El lugar de aplicación es peligroso a las llamas. Se debe mantener fuera del alcance de los niños.

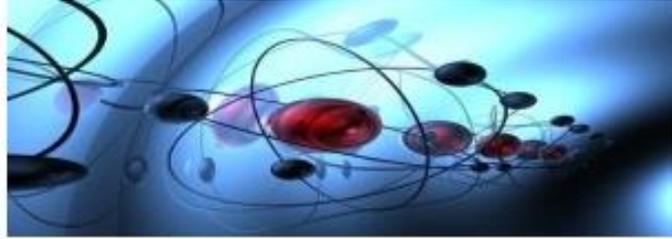
RIESGOS

- Las sustancias químicas no son de naturaleza inflamable.
 - Durante la emisión final de los productos químicos, debemos verter un poco absorbente para la Inicia el evento, tales como arena, aserrín del suelo, y entonces debemos recoger y Enviarlo a una tienda adecuada. Ubicación deben limpiar con agua y detergente.
 - En cualquier caso, el almacenamiento de los residuos deberá adaptarse a las leyes locales *Debido a la aplicación específica de la responsabilidad, la seguridad laboral y la responsabilidad del Almacenamiento de componentes del sistema están obligados por el profesional.*
- * El Reporte de resistencia química esta debajo.

Grupo Nexus del Peru S.R.L.
Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico
Tlf: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

RESISTENCIA QUIMICA

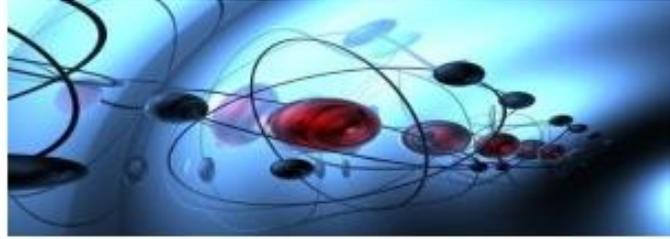
Metanol Oscurecimiento	5% de ácido sulfúrico Sin efecto
Gasolina Sin efecto	10% de Ácido Sulfúrico Sin efecto
5% de metanol Gasolina Sin efecto	50% de Ácido Sulfúrico Severo ablandamiento
Diesel Fuel Sin efecto	5% de ácido clorhídrico Sin efecto
aceite para motores Ligero amarillamiento	10% de ácido clorhídrico Sin efecto
fluido hidráulico Sin efecto	10% de ácido fosfórico Poca Iluminacion
Jet Fuel Sin efecto	10% de hidróxido de amonio Sin efecto
Toelune Ablandamiento, distension	
Cualquiera de Petróleo Sin efecto	20% de hidróxido de amonio Sin efecto
Jet Oil Ligeras manchas	5% de hidróxido de sodio Sin efecto
Heptano Sin efecto	10% de hidróxido de sodio Sin efecto
Acetona Ablandamiento	50% de hidróxido de sodio Sin efecto
MEK Ablandamiento, distension	10% Hidróxido de potasio Sin efecto
Hexano Sin efecto	20% Hidróxido de potasio Sin efecto
tricloroetano Ablandamiento, distension	5% de ácido acético Sin efecto
agua Sin efecto Sin Efecto	10% de ácido acético Sin efecto
10% de NaCl / agua Sin efecto	10% Clorox Severo amarrillamiento
10% de azúcar / agua Algunas manchas	Diclorometano Exfoliacion, amarillamiento
hogar Mostaza Manchas amarillentas	

Todas las muestras se sumergieron durante 168 horas y la temperatura ambiente se mantuvo.

Grupo Nexus del Peru S.R.L.
Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico
Tlf: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

Empresa dedicada a la importación y distribución de revestimientos de poliuretano de alta densidad de última generación nanotecnológica, cumpliendo estrictamente con los más altos estándares de Calidad. USA, Alemania, Hungría, Turquía, China y COREA del Sur.

**CONSTRUCTION & ISOLATION
PRODUCT INDUSTRY LTD. CO.
NEXPRAY -954**

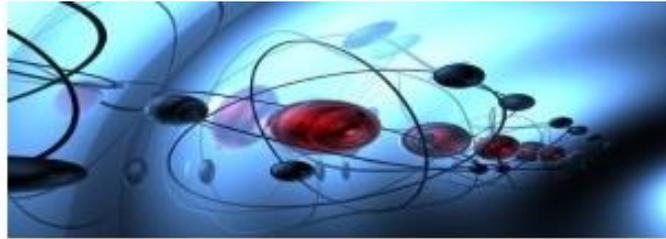
Proyectos Terminados Europa-2014

- Academia de comando Naval y Revestimientos en el piso de la cocina
- Instalaciones y Terrazas del estadio de Fenerbahçe.
- Hotel Mardan Palace
- Playa de estacionamiento de la Asociación de Exportadores del Sudeste
- Terrazas de viviendas en la Ciudad de Antalya
- Salon y Cocina del la Cafeteria MADO en Antalya.
- Impermeabilizacion de la Piscina del Hotel Titanic en Antalya.
- Piletas de Agua y Piscinas Pre-olimpicas de la Municipalidad de Maltepe .
- Aislamiento e Impermeabilizacion de Techos en el Palacio de Justicia de Antalya.
- Aplicacion en la superficie de la fbrica de Cuero Halavet en Tuzla.
- Impermeabilizacion de Tanques de agua contra incendios en Gebze.
- Recubrimiento en almacen del Ministerio de Deporte en Ankara.
- Pileta en la Municipalidad de Kartal

Grupo Nexus del Peru S.R.L.
Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico
Tlf: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.

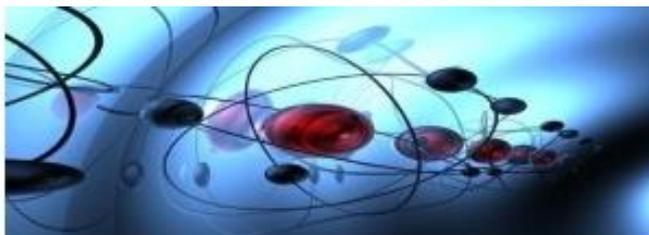
- Aplicacion en una Piscina en la Municipalidad de Kadiköy - 150 m2.
- Aplicacion en la Pileta de la Universidad de Acibadem -175 m2
- Aplicacion en un estacionamiento del Centro Comercial Maltepe Park – 200 m2
- Aplicacion en la Piscina del Anatolia – 800 m2
- Aplicacion de 5 650 m² en Instalaciones Deportivas en Maltepe.
- Aplicacion de 300 m2 de Pisos Industriales en Manisa.
- Aplicacion de 900 m2 en la Fabrica de Calzado Derimond
- Aplicacion de 1500 m2 en la Piscina Olimpica del Club Plaza Sapanca.
- Aplicacion de 3000 m2 en la estacion de metro en Maltepe
- Aplicacion de 170 000 m2 en los canales de riego del Ministerio de Agricultura en Antalya.
- Impermeabilizacion en 60 casas residenciales en Sultanbeyli.
- Aplicacion del MS-954 en 42 mesquitas en Estambul.
- Aplicacion de 1400 m2 en la terraza del Centro Comercial Capitolium

- Aplicacion de 500 m² del Centro Comercial AXXS
- Aplicacion de 2000 m2 en banos turcos del Hotel CVK.
- Aplicacion de 10000m² en proyectos de Viviendas
- Aplicacion en 4500m² en la playa de estacionamiento del Club Galatasaray.
- 5,000m2 en planta industrial de Fosforera Peruana- FOPESA**

Grupo Nexus del Peru S.R.L.
Revestimientos Ind y Aislamiento Termo acústico
Tlf: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

nexus

Grupo Nexus del Peru SRL
Revestimientos Industriales y Aislamiento



Acabados y Equipamiento para la Industria.
Nanotecnología Antibacterial, Oxido de Titanio y Aluminio.



Revestimientos Ind y Aislamiento Térmico Acústico
Tlf: 353 7057-738 8974 – RPC: 989 214 913
Av. Jacaranda 295 Int 302 SURCO – LIMA
ventas@gruponexus.com.pe

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO



Descripción: 1 pie³ de piedra chancada para la mezcla de concreto.



Descripción: arena para la mezcla de concreto.



Descripción: 1 pie³ de arena para la mezcla de concreto.



Descripción: Mezcladora tipo Tolva para el mezclado de arena, piedra, agua y cemento.



Descripción: Mezclado de los materiales del concreto.



Descripción: Moldes para los testigos de concreto.



Descripción: Compactación de la mezcla de concreto para la obtención de testigos de concreto.



Descripción: Curado de las probetas a ensayar.



Descripción: Probetas de concreto a ensayar para ser colocar recubrimiento.



Descripción: Probetas de concreto a ensayar (sin y con cuatro capas de recubrimiento)



Descripción: Probetas de concreto por ensayar (con dos y cuatro capas de cobertura)



Descripción: Medición del diámetro de testigos con recubrimiento.



Descripción: Medición del diámetro de testigos sin recubrimiento.



Descripción: Medición de la altura de testigos con recubrimiento.



Descripción: Medición de la altura de testigos con recubrimiento.



Descripción: Probeta con cuatro capas de recubrimiento en equipo compresor.



Descripción: Falla de probeta con dos capas de recubrimiento.



Descripción: Falla de probeta con cuatro capas de recubrimiento.



Descripción: Preparación de la probeta para el ensayo de módulo de elasticidad.



Descripción: Colocación del Compresómetro-Extensómetro.



Descripción: Probeta para realizar el ensayo de módulo de elasticidad y diagrama Esfuerzo deformación.



Descripción: Probetas ensayadas con cuatro capas de recubrimiento.



Descripción: Falla de probeta sin recubrimiento.



Descripción: Probetas ensayadas con y sin recubrimiento.



Descripción: Curado de las probetas a ensayar.