

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta tesis esta basada en el seguimiento de diferentes métodos de ingeniería, tanto fundamentales de ingeniería Civil, como de ingeniería Química y como ya se ha mencionado desde el inicio, el objetivo de esta tesis es medir la capacidad estabilizadora de diferentes concentraciones metálicas por parte del concreto. Para fines prácticos se estableció un plan de trabajo el cual incluyó el desarrollo de la metodología que a continuación se explicará detalladamente.

Como primera etapa se elaboro una matriz experimental, esta matriz de experimentos tenía varias variables que definir, como las composiciones del concreto y las concentraciones de sal metálica a añadir. En cuanto a las composiciones del concreto, si estas varían, las características físicas también lo hacen, en este caso, la resistencia a la compresión, es un factor importante a cuidar), para tomar en cuenta este factor, se decidió utilizar la relación de componentes que nos proporcionara una resistencia a la compresión de aproximadamente 300 kg/cm^2 como se muestra en la tabla 22, se pensó de esta manera debido a que si existe una interferencia grande por parte de los metales en la matriz de concreto y si se altera su resistencia, se tenga un marginal en el cual, el uso de este concreto pueda aún significar una alternativa de implementación.

Otro factor muy importante que se tuvo que determinar fue el saber que tipos de sales metálicas y que concentraciones se deseaban utilizar, en cuestión a esto, se pensó en utilizar metales pesados que implicaran un riesgo tanto para la salud como para el ambiente, de manera que el trabajo otorgara una verdadera alternativa ante la problemática de los metales pesados, dada esta

situación se tomaron varias opciones de metales a manejar como Plomo, Cromo, Níquel y Cadmio; pero dada la problemática de adquirir el Cadmio, se optó por trabajar con Acetato de Plomo $(Pb C_2H_3O_2)_2 \cdot 3 H_2O$; con peso molecular de 379.33 g/mol Cloruro de Níquel $NiCl_2 \cdot 6 H_2O$ con un peso molecular de 237.7g/mol; además de ácido crómico CrO_3 con un peso molecular de 99.99g/mol.

Dado que la finalidad de este proyecto de tesis es evaluar la técnica de cementación, se decidió abarcar un espectro de concentraciones que resultara significativo, por lo que se utilizaron concentraciones de 1%, 3%, 5% y 10% de cada uno de las 3 sales metálicas elegidas para determinar el límite máximo al que es posible que esta técnica otorgue resultados positivos en cuanto a la resistencia a la compresión y a la concentración de lixiviados de la que se hará referencia posteriormente.

F ^c 300 kg/cm ²		Composiciones para cualquier sal metálica			
		1%	3%	5%	10%
Consumo por .00530m ³ de concreto	Agua g	1199.88	1175.64	1151.4	1090.8
	Cemento g	2667.06	2613.18	2559.3	2424.6
	Arena g	4499.55	4408.65	4317.75	4090.5
	Grava g	6360.75	6232.25	6103.75	5782.5
	Total g	14876	14876	14876	14876

Tabla 22. Composiciones de concreto, sales metálicas y metales para cada una de las probetas a formar.

Correcciones para saber la concentración del metal en base a la sal usada.				
	1%	3%	5%	10%
Sal de metal g	148.76	446.28	743.8	1487.6
Metal Cromo g	77.3569853	232.0709559	386.785	773.569853
Conc real cromo	0.520012	1.560036004	2.60006	5.200120012
Metal Níquel g	36.7425309	110.2275928	183.713	367.4253092
Conc real Níquel	0.24699201	0.74097602	1.23496	2.469920067
Metal Plomo g	81.252694	243.7580819	406.263	812.5269396
Conc real plomo	0.54619988	1.638599636	2.731	5.461998787

Tabla 23. Composiciones de concreto, sales metálicas y metales para cada una de las probetas a formar.

Una vez que se tenían definidos los metales, los componentes del concreto, y las concentraciones de sales y metales a utilizar, era necesario realizar ensayos de probetas cilíndricas de 6" de diámetro por 15" de altura, para poder formar los cilindros con estas medidas que son los reglamentarios para practicar las pruebas de compresión según el apéndice 2, la metodología completa para la fabricación de los ensayos cilíndricos se encuentra en el apéndice ya mencionado.

Tabla de preparaciones.							
Sal de:	conc	Agua	Cemento	Arena	Grava	Sal	Contenido metálico
		g	g	g	g	g	g
Cromo	1%	1199.8	2667.06	4499.5	6360.7	148.76	0.520012001
Cromo	3%	1175.64	2613.18	4408.6	6232.5	446.28	1.560036004
Cromo	5%	1151.4	2559.18	4317.7	6103.75	743.8	2.600060006
Cromo	10%	1090	2424.6	4090.5	5782.5	1487.6	5.200120012
Níquel	1%	1199.8	2667.06	4499.5	6360.7	148.76	0.246992007
Níquel	3%	1175.64	2613.18	4408.6	6232.5	446.28	0.74097602
Níquel	5%	1151.4	2559.18	4317.7	6103.75	743.8	1.234960034
Níquel	10%	1090	2424.6	4090.5	5782.5	1487.6	2.469920067
Plomo	1%	1199.8	2667.06	4499.5	6360.7	148.76	0.546199879
Plomo	3%	1175.64	2613.18	4408.6	6232.5	446.28	1.638599636
Plomo	5%	1151.4	2559.18	4317.7	6103.75	743.8	2.730999394
Plomo	10%	1090	2424.6	4090.5	5782.5	1487.6	5.461998787

Tabla 24. Tabla de preparaciones de mezclas.

Para llevar a cabo estos ensayos es necesario preparar la mezcla de estos componentes, cuidando que la relación entre éstos, no sea alterada, debido a que los resultados serían alterados de igual manera. la mezcla entre los componentes normales del concreto se llevó a cabo en una charola a la que una vez adicionados los componentes se agregó la sal metálica en forma de solución acuosa y se mezcló de manera homogénea para integrar todos los componentes, una vez teniendo la mezcla lista, y con los moldes engrasados previamente para facilitar la salida de los ensayos, se vació en el cilindro siendo organizada por medio de 3 capas las cuales tienen que se apisonadas con una varilla para que la estructura del ensayo sea uniforme y no presente huecos en las paredes del ensayo, así como en las bases.

Una vez que se ha vaciado la mezcla en el molde cilíndrico, (Anexo 1) se deja reposar durante 24 horas para que la mezcla pueda fraguar y definir la forma del molde cilíndrico que se desea para practicar los ensayos, una vez que se tiene el cilindro es necesario proporcionar las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, estas condiciones son otorgadas mediante el proceso de curado, el cual consiste en sumergir los especímenes en agua por un tiempo de 28 días, este proceso, provee un “repuesto” del agua perdida en la reacción que ocurre al mezclar el material, así como alcanzar la resistencia máxima a la que la mezcla fue diseñada.

Una vez que ha transcurrido el tiempo de curado, es necesario aplicar la técnica de compresión simple, como se muestra en los anexos, sobre los especímenes para observar la resistencia que desarrollaron con la inclusión de estas concentraciones metálicas, para realizar estos ensayos, es necesario que las superficies del cilindro sean totalmente planas y con esto asegurar que la fuerza sea aplicada de manera uniforme al cilindro. Como

regularmente las bases del cilindro no son totalmente regulares, se utiliza azufre en polvo que se deposita en una especie de horno a 400°C para fundir el azufre y con esto formar unos cabezales totalmente planos para poder aplicar la prueba de manera correcta. El proceso de formar los cabezales se realiza depositando el azufre líquido en un molde de acero el cual es montado en un soporte con cuatro “sostenes” que sirven para garantizar que al sumergir el cilindro al azufre, el molde sea totalmente plano y la prueba sea efectuada de manera correcta. (Ref. Apéndice de fotos)

Una vez que se tienen los cilindros con los cabezales se pasan a la maquina de compresión y se comienza a ejercer presión mediante una palanca hasta que la aguja del indicador comienza a moverse, entonces el movimiento de palanca debe ser suave y constante hasta que la aguja cabecea, lo cual es un indicativo de que el cilindro ha cedido y es así como se registra la resistencia máxima alcanzada por los ensayos. (Ref. Apéndice de fotos)

Una vez que se aplicaron estas pruebas de compresión, se tomaron muestras de los ensayos efectuados, para observar su estructura al microscopio y observar la estructura que se presenta y así poder predecir su comportamiento. (Ref. Apéndice de fotos)

Una vez que se tienen los cilindros “rotos”, los fragmentos son utilizados para realizar el procedimiento de extracción PECT, de manera como se indica en el Anexo 2, para llevar a cabo la extracción PECT, se tomaron fragmentos de los ensayos y se les adicionó el reactivo de extracción 1, conforme lo establecido en la NOM 053 SEMARNAT 1993, y los matraces con el material y el reactivo de extracción se colocaron en un agitador durante 24 horas, una vez transcurrido este tiempo, los lixiviados obtenidos

se filtraron y se hicieron diluciones para garantizar la lectura dentro del espectrofotómetro de Absorción Atómica. Se prepararon diluciones para garantizar que existiera lectura en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica, una vez preparadas las diluciones y los patrones de cada uno de los metales a determinar, se procedió a efectuar las lecturas en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

Primero se realizaron las lecturas de Absorbancia de cada uno de los estándares preparados, según el método para cada metal, con estas absorbancias, se elaboró la curva de calibración y a partir de allí, se realizaron las determinaciones de concentración de los lixiviados, se introducía un pequeño tubo primero en el blanco y luego en cada una de las muestras a determinar para obtener la concentración de cada muestra.

(Ref. Apéndice de fotos)