

Herramientas y Técnicas al Servicio de la Restauración del Patrimonio Histórico-Arquitectónico

Inés Dolmann, Marisa Domínguez y Fabio Luna

Instituto Nacional de Tecnología Industrial – Centro de Investigación y Desarrollo en Construcción:
Av. Gral. Paz e/ Constituyentes y Albarellos, B1650KNA San Martín, Prov. Bs. As. -
idolmann@inti.gov.ar y fluna@inti.gov.ar

Palabras claves: patrimonio histórico, arquitectura, fachadas, Palacio San Martín.

1.- RESUMEN

La restauración del patrimonio cultural construido constituye un área de trabajo donde, durante los últimos años, la Argentina se ha sumado a la tendencia mundial de proteger y recuperar dicho patrimonio. Especialmente los profesionales de la arquitectura y los funcionarios gubernamentales vinculados al tema, se han concientizado y se abocan a proyectos de restauración.

En el restauro del patrimonio Arquitectónico, debemos partir de un profundo análisis de la obra, no solo desde el lenguaje arquitectónico, sino también de los elementos constituyentes del mismo, abordando con rigurosidad científica los problemas tecnológicos que se presentan y creando esquemas de trabajo que deben contemplar los estudios de los materiales componentes.

En esta fase del proyecto, la intervención del INTI - CECON contribuye con su actividad multidisciplinaria a conocer y caracterizar la problemática presentada.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1 OBSERVACIÓN DE LA SINTOMATOLOGÍA

Conocimiento general de la obra (Relevamiento visual y fotográfico): Establece el estado general de la obra. Determina, mediante observación visual, las tareas “in situ” a efectuar, evita muestreos innecesarios y encamina las investigaciones posteriores.

2.2 INSPECCION DE LA OBRA – ANTECEDENTES Y RELEVAMIENTOS

La inspección de la obra constituye la actividad más importante dentro de la etapa de diagnóstico ya que es la principal fuente de datos para los análisis y evaluaciones.

Esta etapa se divide en:

- **Conocimiento de la historia constructiva de la obra.** Establece las diferentes etapas constructivas y los periodos de intervención.
- **Estudios de planos de fachadas:** establece la tipología de la fachada, sus elementos constitutivos. Se planifica el muestreo por zonas para el relevamiento.
- **Confección de los protocolos a pie de obra:** confección de planillas de relevamiento que se completan en obra. Se divide la fachada en sectores y se realizan esquemas orientativos donde figuran los elementos constructivos sobresalientes (paño, cornisa, columna, cielorraso, estatuas, ornatos, etc.)

Durante el relevamiento, además de las observaciones visuales, suelen ejecutarse pruebas no destructivas y ensayos "in situ". Como ejemplos pueden citarse:

Ensayos y determinaciones de: absorción y permeabilidad al agua, humedad superficial, dureza superficial, adherencia de materiales superficiales, análisis químicos de campo, análisis por ultrasonido, ensayos de carga, etc.

2.3 DIAGNÓSTICO

- **Cuantificación y calificación de las patologías:** se describen las patologías por nivel o zona.
- **Realización de ensayos y toma de muestras.**
- **Confección del diagnóstico:** se determina por cada sector de fachada y por elemento constructivo

2.4 DICTAMEN DE SOLUCIONES

- Se dividen en generales y puntuales.
- Se proponen técnicas de reparación y materiales.

2.5 INTERVENCIÓN

- Redacción de especificaciones técnicas.
- Asesoramiento a la Dirección de obra.

3. ESTUDIOS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES

3.1 ESTUDIOS DEL ENTORNO

Tanto el ambiente natural como el artificial que rodean a una obra o monumento, condicionan fuertemente sus posibilidades de conservación, por ello se deben conocer las características del entorno para un correcto diagnóstico y planteo de solución.

Ejemplos de dichas características son:

- Propiedades de los suelos: capacidad portante, presencia de arcillas expansivas o de sales
- Proximidad del acuífero freático y características químicas.
- Meteorología: temperatura, precipitaciones, vientos dominantes, etc.
- Orientación respecto del asoleamiento y de los vientos
- Presencia biológica: sustrato de líquenes, hongos, algas o vegetales superiores; anidación de aves, roedores o lagartijas.
- Entorno construido: urbano o rural. Bloqueo de la meteorología y microclimas artificiales.
- Contaminación atmosférica: industrial o vehicular

De acuerdo a la lista precedente, las disciplinas profesionales intervinientes en los estudios del entorno son variadas

Estos procedimientos brindan información sobre:

- 1) Estado estructural del edificio: posibilidad de colapso, fisuración interna del material, aptitud para nuevos usos.
- 2) Estado superficial del material de construcción: características físico-químicas y alteraciones múltiples.

3.2 ESTUDIO DE SUELOS

El deterioro causado en el patrimonio histórico debido a problemas en los suelos y cimentaciones tiene diferentes causales. Algunos de ellos son:

Asentamientos diferenciales, Consolidación y expansión del suelo, Empujes del terreno, Cambios en la naturaleza del terreno, etc.

Los asentamientos se originan por un descenso en el nivel de una zona del edificio con respecto a otra, como consecuencia de la deformación de la cimentación o de la inestabilidad del terreno donde se apoya el edificio.

La consolidación y expansión del suelo es una de las causas de fisuración en muchas obras, dado que estas no son capaces de absorber los movimientos que se generan.

Los empujes, en general, se dan por un aumento de presión sobre los laterales de la estructura.

Existen edificaciones cimentadas sobre terrenos firmes, por ejemplo sedimentos con presencia de yeso, que con el paso del tiempo y por su condición de solubles, pierden consistencia o disminuyen su volumen, ocasionando movimiento en cimientos y grietas.

Otras causas que afectan las condiciones iniciales de fundación son las modificaciones o reformas posteriores en las construcciones, la edad de las mismas y los cambios de uso, provocando mayores esfuerzos y tensiones.

En los casos citados siempre se requiere un estudio previo del suelo que permita elegir la técnica para el mejoramiento de las patologías de cimentación. Algunas resultan costosas y a veces imposibles de materializar; no obstante ello se puede mencionar recalces, submuración, micropilotes, anclajes, inyecciones, compactación, etc.

3.3 ESTUDIOS DE CANTERAS

Gran parte de las obras patrimoniales históricas están hechas o revestidas en piedra. Ello se debe a que tradicionalmente la piedra se asociaba con la idea de durabilidad eterna y prestigio, siendo muy común el empleo de mármoles y rocas graníticas.

En ciertos casos es muy útil contar con datos de las antiguas canteras proveedoras de dichas rocas. Primero para disponer de material, si es que hay que reponer piezas perdidas o muy dañadas. Pero también es importante como fuente de muestras para realizar estudios y ensayos que permiten obtener las características del material original, sin alteración, y compararlo con la roca colocada en la obra. Se debe tener en cuenta que habitualmente es difícil muestrear un monumento histórico, ya que las leyes de protección patrimonial prohíben la quita de material.

3.4 ESTUDIOS DE LABORATORIO

Los materiales utilizados en las construcciones históricas de nuestro país varían en función de la época en que fueron concebidos y de acuerdo a la disponibilidad en las distintas regiones. Es común encontrar materiales zonales en lo que constituye la obra gruesa (paredes, cimientos, etc.), mientras que para los revestimientos solían importarse elementos de Europa.

Este amplio espectro de materiales abarca desde rocas utilizadas como bloques o placas de revestimiento, ladrillos cocidos, bloques de base cementicia,

hormigones, morteros calcáreos o de barro, revoques exteriores de cal o cemento, símil piedra, revoques interiores, yesos y estucos, etc.

Para la diagnosis del deterioro es necesario conocer la composición y estructura de los materiales, por ello son vitales los estudios microscópicos, que no solo son aplicables en “piedras” naturales, sino también en mezclas y elementos manufacturados. Se observan los constituyentes originales, su distribución, alteración, interacción con el material cementante, fisuración, porosidad, etc. El equipamiento apropiado para las observaciones consta de lupa binocular, microscopio petrográfico y microscopio electrónico de barrido. El estudio suele complementarse con técnicas de análisis composicional como la difracción de rayos X, espectrometría de rayos X y microsonda electrónica. También son útiles ciertas técnicas de química analítica tradicional.

3.4.1- ROCAS

Las rocas constituyen el material de construcción más antiguo. Tradicionalmente, el uso más difundido fue en forma de mampuestos o bloques, tanto regulares como irregulares. A posteriori se generalizó el empleo como revestimientos en placas, prefiriéndose las superficies pulidas.

La variedad presente en los monumentos históricos es muy amplia. Se encuentran desde materiales blandos y deleznable como calizas y areniscas hasta otros realmente resistentes como el granito. Por esta razón las patologías que desarrollan también son diversas y distintas las técnicas de estudio.

3.4.2- LADRILLOS

Los ladrillos primitivos y parte de los actuales, resultan de la cocción de mezclas de suelos arcillosos con agua. Estos ladrillos son los principales constituyentes de las mamposterías antiguas.

Es común que en construcciones históricas con muros de ladrillo sin recubrimiento, aparezcan problemas asociados a la cristalización de sales. Estas eflorescencias no solo producen manchas blancas que deslucen las superficies, sino que también su cristalización provoca destrucción pulverulenta del ladrillo.

El estudio composicional petrográfico y químico de las sales y del ladrillo sin alteración, permiten determinar la procedencia de las eflorescencias y su posible tratamiento.

Se completa el estudio con ensayos de caracterización, a saber: densidad, compresión, absorción, succión, color, variaciones dimensionales por humedad y temperatura.

3.4.3- REVOQUES

Se incluye dentro de esta denominación genérica todo tipo de revestimiento continuo constituido por aglomerante y agregado fino. En nuestro país los aglomerantes tradicionales son cal, cemento, yeso, polvo de ladrillo y arcillas. Mientras que los agregados finos antiguos están representados por arena natural o de trituración.

Los revoques suelen ser uno de los primeros elementos de la obra que se deterioran debido a su alta exposición y debilidad de los aglomerantes. Por ello son habituales las tareas de recuperación de revoques en gran parte de las obras de restauración.

Cuando los revoques antiguos se desprenden es necesario dosificar uno nuevo de aspecto semejante, para lo cual es útil conocer datos de la formulación original. Mediante estudios petrográficos y químicos es posible individualizar el tipo y tamaño de agregado y tener orientación respecto del aglomerante.

Para todos los materiales citados, los análisis composicionales suelen complementarse con otros ensayos de laboratorio. Como ejemplos pueden citarse:

- Ensayos de resistencia: a la compresión, a la flexión, al impacto, a la abrasión.
- Estudios de porosidad: porosimetría, permeabilidad, absorción de agua.
- Ensayos térmicos: conductividad y dilatación térmica.
- Análisis de durabilidad: resistencia a los ácidos, cristalización de sales, helacidad.

4.- ESTUDIO DE CASO: FACHADAS DEL “PALACIO SAN MARTÍN”

4.1 RELEVAMIENTO CUALI-CUANTITATIVO DE LAS PATOLOGÍAS DE FACHADAS

Se dividieron las fachadas por sectores, esquemas, elementos constructivos y niveles.

A su vez, las patologías de cada fachada se agrupan en diferentes cuadros de acuerdo al elemento constructivo en el que se detectan. Por ello, se expresan los porcentajes de metros cuadrados de la superficie de los paños afectados por las diferentes patologías, al igual que en el caso de la superficie horizontal de las cornisas. Las patologías detectadas en la superficie vertical de las cornisas se expresa como un porcentaje de los metros lineales de las mismas.

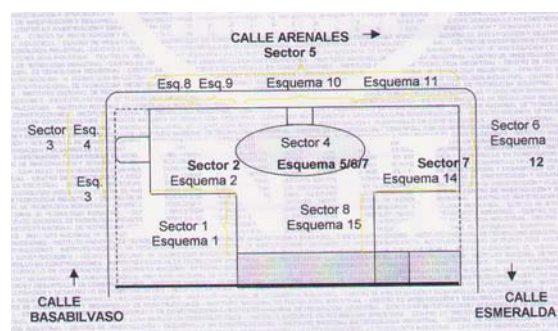
Las dimensiones de los paños y cornisas fueron tomadas de planos de fachadas otorgados por el cliente.

En este caso la zonificación de fachadas empleada en el relevamiento in-situ se dividió en 8 sectores.

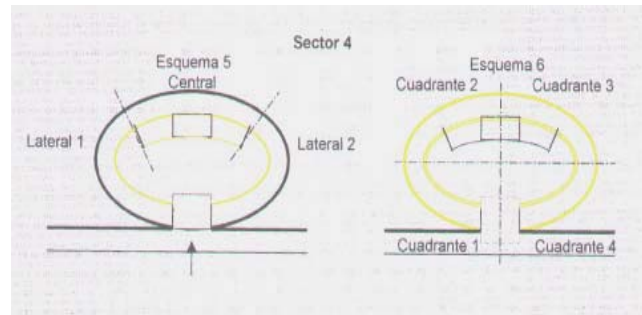
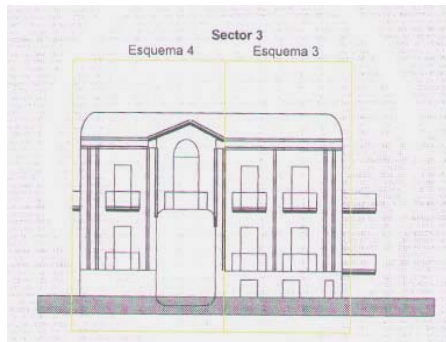
Ej.: - Sector 1: esquema 1 : Basabilvaso (interior)

- Sector 2: esquema 2 : Basabilvaso (interior)

4.1.1 PLANO GENERAL DEL RELEVAMIENTO DE LAS FACHADAS



4.1.2 ESQUEMAS DE ALGUNOS DE LOS SECTORES ESTUDIADOS



4.1.3 CUADROS DE LAS SUPERFICIES AFECTADAS POR LAS PRINCIPALES PATOLOGÍAS DETECTADAS

Ejemplo: Fachada Basavilbaso

FACHADA BASAVILBASO			Superficie del paño (m ²)	Superficie afectada por humedad (m ²)	Superficie afectada por fisuras (m ²)	Superficie afectada por falta de adherencia (m ²)	
Nivel	Sector	Esquema					
PB	1	1	29,4	-	1,47	0,29	
1ºP	1	1	67,9	16,97	-	-	
2ºP	1	1	48,9	9,78	0,49	9,78	
Cornisa	1	2	20,7	6,21	6,21	1,03	
P:B	2	2	45,4	11,35	-	-	
1ºP	2	2	86	-	-	-	
2ºP	2	2	79,9	7,99	0,8	-	
Cornisa	2	3	24,3	-	1,21	1,21	
1ºP	3	3	51,2	-	15,36	-	
2ºP	3	3	45	-	-	6,75	
Cornisa	3	4	13,9	-	-	-	
1ºP	3	4	59,5	-	-	-	
2ºP	3	4	101,8	40,72	5,09	40,72	
Cornisa	3	4	11,5	-	-	-	
FACHADA BASALVIBASO		Total	m²	685,4	93,02	30,63	59,78
			%	100	13,6	4,5	8,7

4.1.4 CUADRO RESUMEN DE LA SUPERFICIE DE LOS PAÑOS AFECTADOS POR LAS DIFERENTES PATOLOGÍAS

FACHADA	Superficie total de la cornisa analizada (%)	Superficie afectada por humedad (%)	Superficie afectada por fisuras (%)	Superficie afectada por falta de adherencia (%)
BASALVIBASO	100	13,5	4,5	8,7
ARENALES	100	8,5	2,6	1
ESMERALDA	100	-	5,9	2,4
RONDA CENTRAL		13,3	28,2	9,5

4.1.5 CUADRO RESUMEN DE LAS CORNISAS AFECTADAS POR LAS DIFERENTES PATOLOGÍAS

FACHADA	Longitud total de la cornisa analizada (%)	Longitud afectada por humedad (%)	Longitud afectada por fisuras (%)	Longitud afectada por falta de adherencia (%)
BASALVIBASO	100	3,9	3,9	6,6
ARENALES	100	29,7	18	9,2
ESMERALDA	100	9	3	14,9
RONDA CENTRAL	100	33,15	33,15	30,9

FACHADA	Superficie total de la cornisa analizada (%)	Superficie afectada por humedad (%)	Superficie afectada por fisuras (%)	Superficie afectada por falta de adherencia (%)
BASALVIBASO	100	8,8	23,6	10,1
ARENALES	100	-	32,2	9
ESMERALDA	100	-	54,85	19,9
RONDA CENTRAL	100	40	68	40

4.2 DIAGNOSTICO DEL RELEVAMIENTO.

Las patologías detectadas en fachadas permiten estimar la magnitud de la intervención y los trabajos a seguir en cada elemento constructivo:

Cornisas:

Presencia de humedad, Fisuras y degradación de la superficie horizontal, Perfiles metálicos inferiores expuestos y con signos de corrosión, Ménsulas fisuradas y con hierros expuestos

Ornatos:

Fisuras, grietas y falta de adherencia, Corrosión de las sujeciones metálicas, Presencia de humedad, Degradación del material

Carga de terrazas y coronamiento:

Fisuras, grietas y falta de adherencia, Presencia de humedad, Degradación del material.

Paño

Microfisuras, fisuras y grietas, Falta de adherencia y presencia de humedad en zonas que se encuentran por debajo de cornisas y balcones, Presencia de grafittis en el basamento.

Balcones

Presencia de humedad, Fisuras en las balaustradas, Perfiles metálicos inferiores expuestos y con signos de corrosión, Ménsulas fisuradas y con hierros expuestos.

4.3 CONCLUSIONES DEL RELEVAMIENTO

Las tres patologías más importantes que se detectan en estas fachadas con revestimiento de símil piedra, en cuanto a magnitud, zona de influencia e intensidad son:

- **Presencia de humedad, Presencia de fisuras y Falta de adherencia del revestimiento y faltantes.**

Conocer la causa de las patologías observadas permite su correcta solución. Por ejemplo la falta de adherencia y presencia de humedad en zonas que se encuentran

por debajo de cornisas y balcones se debe al deterioro de su aislación hidráulica y a la ausencia de un sellado entre la unión de la cornisa con el muro generando discontinuidades al sistema de impermeabilización poniendo en riesgo su estanqueidad

4.4 ENSAYOS

Se confecciona el plan de ensayos. En este caso los ensayos llevados a cabo fueron los siguientes

- **Pruebas pilotos de limpieza.**
- **Ensayos de físicos – mecánicos de los materiales a reponer y de los de reposición y Recomendaciones generales:**

Permeabilidad al agua; Permeancia al vapor de agua; Ensayos composicional del símil piedra y ornatos; Ensayos de adherencia in situ; Ensayos de permeabilidad al agua de lluvia; Absorción capilar de morteros de reparación; Resistencia mecánica de los morteros de reparación; Adherencia de los morteros de reparación; Caracterización e identificación de pinturas por espectroscopia de infrarrojo; Evaluación de los pegamentos para el piso de la ronda; Evaluación del piso cerámico para la ronda (desgaste absorción de agua); Asesoramiento en la instalación de aire acondicionado y equipo eléctrico; Asesoramiento estructural en el diseño de la sala de máquinas; Asesoramiento de la recuperación de las partes metálicas (carpinterías, rejas); Recomendaciones para la protección de piezas de bronce ornamentales; Asesoramiento en la recuperación de los estucos y piedra parís; Evaluación del nivel sonoro.

4.5 REDACCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS

Con la información recabada se realizan las Especificaciones Técnicas. Como ejemplo se desarrollará del ítem “Restauración de paredes exteriores” los siguientes puntos:

- A) Revestimiento exterior.**
- B) Parcheo e impermeabilización de cornisas perimetrales.**
- C) Elementos ornamentales premoldeados.**
- D) Reparación de superficies planas y enlucido símil piedra.**
- E) Zócalo granítico exterior perimetral.**

A)REVESTIMIENTO EXTERIOR

A.1 -Retiro del Revestimiento (Material de terminación).

- Utilizar hidrolavado a baja presión 100 bares y apertura máxima de abanico de 25 cm. Controlar tiempo de exposición. Alternar el hidrolavado con cepillo de material plástico o de fibra vegetal (semi-duro). En los sectores que se encuentre esmalte sintético antes del símil piedra original, se utilizara previamente un gel de base solvente. Para los sectores de molduras en general, relieves profundos, sectores con presencia de costra de color negro o capas de pintura muy adherida se utilizará un sistema de papetas. Verificación del estado real que presentan las superficies limpias y comparar con los valores consignados en las planillas.

A.2 - Reparación de Grietas y Fisuras que comprometen al sustrato de base.

- Desprender el material sin adherencia en la zona de fisuras y grietas y realizar una limpieza de la pared para retirar el polvo. Se deberán abrir las fisuras y

grietas en forma de cuña, limpiando las mismas de restos de polvo y material suelto. Respetar el factor de junta 2:1 ancho: profundidad para su correcto funcionamiento. En ningún caso el ancho de la misma puede ser menor a 0,6 cm. Sellar con una premezcla cementicia tipo estancador.

A.3 - Parcheo

- Reposición del sustrato de base sin adherencia. Limpieza de superficie (debe estar exenta de polvo, grasa, eflorescencias, sales minerales, hongos y tratamientos con otros productos). Colocar una imprimación cementicia que brinda una mayor adherencia al mortero utilizado como parcheo. Se recomienda la incorporación en el agua de amasado de un aditivo sintético a base de polímeros acrílicos para mejorar la adhesión y curado de la mezcla. Colocación del mortero de parcheo cementicio sin retracción.

B) PARCHEO E IMPERMEABILIZACION DE CORNISAS PERIMETRALES.

- Retirar de la superficie horizontal, la totalidad de los elementos ahuyenta aves, instalaciones eléctricas, artefactos de iluminación, etc. Retirar, en forma manual hasta llegar al sustrato firme, el material sin adherencia o que presente un alto grado de fisuración. Realizar el relleno de material faltante utilizando un mortero cementicio sin retracción generando en la superficie a reparar una pendiente suficiente para evitar la acumulación de agua y su libre escurrimiento. En las zonas en las que el revoque se encuentra con una buena resistencia mecánica y adherido, pero presenta fisuras, deberá tratarse la fisura como se explica en el Punto 2- Reparación de Fisuras.- Proceder a la aplicación de la impermeabilización de la superficie mediante una premezcla cementicia impermeable. En el encuentro de la cornisa perimetral con el muro, deberá realizarse un babeteado perimetral de 10 cm. de altura, con el mismo producto cementicio anteriormente mencionado. Cualquier anclaje, cañería o accesorio, que por diferentes razones deba ser aplicado sobre el muro tratado o que deba volver a fijarlo en la posición original, deberá amurarse con estancador cementicio.

C) ELEMENTOS ORNAMENTALES PREMOLDEADOS.

C.1 - Restauración de Elementos Ornamentales Premoldeados.-

- Si el ornato presenta fisuras pero no ha disminuido la adherencia, la misma deberá sellarse según lo especificado en el Punto 2- Reparación de Fisuras. Si carece de adherencia, deberá retirarse esa porción de ornato y limpiar la superficie de restos de polvo, grasa, vegetales menores, etc. Una vez limpias y secas ambas superficies de contacto, se realizara el pegado con una resina epoxi. Realizar la limpieza y remoción de refuerzos metálicos.

C.2 - Elaboración e Instalación de Réplicas de Elementos Ornamentales Faltantes.-

- Los morteros a utilizar, especialmente el enlucido, deberá seguir color, textura y dureza de los originales. La composición cuantitativa deberá ser dosificada para conseguir una textura y color similar al existente. Proceder a la instalación de las nuevas piezas premoldeadas, previamente realizar una limpieza de los sectores que no aseguren buena base para la instalación de la pieza y rehaciéndolos evitando quitar más del material necesario. Instalar la pieza completa o por panes con insertos apropiados.

D) REPARACIÓN DE SUPERFICIES PLANAS Y ENLUCIDO TIPO SÍMIL PIEDRA.

- La composición cuantitativa del futuro parche de símil piedra de terminación deberá ser dosificada para conseguir una textura y color similar al símil piedra existente.
- Con los resultados obtenidos del ajuste de patrón previo, se reproducirá el símil piedra de terminación a aplicarse en todos los sectores que fuera necesario.

E) ZOCALO GRANITICO EXTERIOR PERIMETRAL.

- Realizar la limpieza completa del zócalo perimetral de granito con agua, jabón neutro y cepillo de cerda; en sectores difíciles puede recurrirse a un hidrolavado a presión. Realizar la renovación de las juntas correspondientes, incluso la junta perimetral en unión con la vereda existente.
- Limpiar Terminada esta limpieza se deberá repetir el tratamiento antigraffiti en toda la extensión del zócalo.

4.6 CONTROL DEL INTI - CECON

- Una vez contratadas las obras se realizarán las inspecciones a requerimiento de la Inspección de Obra. El INTI examinará los materiales de acuerdo a los estudios realizados y controlará que cumplan con sus características técnicas los siguientes materiales y productos:

Composición del Simil Piedra (observación microscópica, petrografía, relación agregado – aglomerante y granulometría); Composición de los ornatos; Composición de las papetas; Características técnicas del gel de limpieza; Características técnicas de las Premezclas impermeables; Características técnicas de los insertos, refuerzos y fijaciones metálicas;

4.7 INFORME DE ASISTENCIA TECNICA

El informe de Asistencia Técnica entregado se compone de:

- RELEVAMIENTO CUALI-CUANTITATIVO DE LAS PATOLOGÍAS DE FACHADAS, DIAGNOSTICO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Construcción – Defectos Constructivos. Ed. Gili. Barcelona. 1982

Domínguez, M. y Luna, F. 1997. Relevamiento de materiales pétreos del Palacio San Martín y recomendaciones para su conservación. INTI. Inf. Inédito

Domínguez, M. y Luna, F. 2001. Investigación del estado de conservación del Portal del Templo Mayor de San Ignacio Miní y posibilidades de recuperación. INTI. Inf. Inédito.

Restauración de edificios monumentales. CEDEX. MOPT. España. 1994