

# Prevención de patologías.

## Análisis de casos reales.

Tesina en Patología

Estudiante: Ruben Darío Martínez

Tutoras.: Arq. Rosa Martorelli y Arq. Magdalena Castro

Noviembre 2013

## **Indice**

### **1. - Introducción.**

-Objetivo - Fundamentación - Metodología.

### **2. - Marco teórico.**

#### **2.1- Patología como ciencia**

#### **2.2- Causas directas e indirectas.**

#### **2.3- Adjudicación de responsabilidades**

-Proyecto, ejecución, materiales, uso y mantenimiento.

-Datos estadísticos.

#### **2.4- Proyecto y Dirección de obra.**

#### **2.5- Control y gestión de la calidad en la construcción.**

-Planes de Calidad.

-La Calidad en la Construcción.

#### **2.6- Mantenimiento**

### **3. - Estudio de casos. Extraídos de la asignatura Practica Profesional de Obra año 2011.**

#### **3.1- Desplome en colocación de premarco.**

#### **3.2- Fisura/Grieta en revoque.**

#### **3.3- Fisuras/Grietas en muros.**

#### **3.4- Ausencia de llenado en Pilar de perfiles C soldados.**

#### **3.5- Discontinuidad en Hormigón de viga.**

### **4. - Conclusiones**

### **Bibliografía**

## 1. - Introducción.

### Objetivo:

En este trabajo es de interés analizar anomalías observadas en obras a las que se accedió durante el curso Practica Profesional de Obra (PPO) durante el año 2011, con el objetivo de determinar las causas probables que las ocasionaron e identificar su procedencia, para evaluar responsabilidades.

Conociendo en que etapa se generó el error o la omisión se podrá concluir si en el caso de los ejemplos analizados, se confirma o no los porcentajes que incluyen las bibliografías especializadas.

### Fundamentación:

Se destaca la importancia del estudio preventivo patológico porque nos permite reducir la probabilidad de aparición de anomalías.

La bibliografía especializada, en cuanto a la distribución porcentual de responsabilidades, coincide ordenando en sentido decreciente : proyecto, ejecución, materiales , uso y mantenimiento.

Considerar el valor de la patología preventiva en el diseño y en la ejecución implica tener en cuenta la durabilidad ante las acciones exteriores del propio uso que va a recibir el edificio a lo largo de su vida útil.

Esta Tesina intenta mostrar con algunos ejemplos la dificultad de la construcción y los problemas patológicos.

### Metodología:

La metodología aplicada incluyó una revisión bibliográfica sobre el tema; Prevencción de patologías en la construcción.

Para el análisis se incorporan los conocimientos adquiridos en Construcción (I al IV) y durante el trabajo de campo realizado en la asignatura Practica Profesional de Obra (PPO), además de los proporcionados en el Curso Opcional "Patologías frecuentes en la construcción - Metodología para el diagnóstico"

Se desarrolla un estudio sistemático de 5 casos que incluye básicamente para cada uno de ellos: las características de la construcción y de la anomalía, análisis crítico, adjudicación de responsabilidad y conclusiones.

En los casos a estudiar no ha sido posible acceder a la totalidad del proyecto ejecutivo (planos, cálculos, memorias, etc.) y en algunas de las visitas a obra durante el curso de PPO, fue insuficiente la información proporcionada por los encargados de obra.

Ésta limitación se reconoce como una dificultad para el análisis de las lesiones, aunque se seleccionó las obras de las que se poseía mayor cantidad de datos. Por lo anterior, aunque carece de valor cuantitativo posibilita reflexionar sobre la temática y desarrollar el análisis correspondiente a cada ejemplo.

## 2. - Marco Teórico.

### 2.1- Patología como ciencia.

- ▲ Pathos, enfermedad -logos, estudio
- ▲ "El estudio de los procesos patológicos y, sobre todo, de sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas, destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos en próximas actuaciones constructivas."

Juan Monjo Carrió

Se puede extraer de la definición la necesidad de controles preventivos patológicos en los que se debe considerar, la funcionalidad constructiva de los elementos y unidades que componen el edificio, su durabilidad e integridad. Esto implica un estudio de diseño constructivo, selección de material, análisis de inter-conexiones, mantenimiento y uso.

Se deben establecer hipótesis de trabajo pero el trabajo culmina cuando se analizaron todas las causas probables.

El estudio de las causas permite implementar un conjunto de medidas de actuación en la prevención de lesiones y además generar propuestas de mantenimientos.

### 2.2- Causas directas e indirectas.

Se ha definido la causa como el elemento activo o pasivo que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones.

Un proceso patológico no se resolverá hasta que no sea interrumpido su origen.

Cuando únicamente se resuelve la lesión, sin atender a la causa, la lesión generalmente aparece nuevamente porque la causa sigue viva.

Una lesión puede tener una o varias causas por lo que es imprescindible su identificación y estudio tipológico.

**Causas Directas:** Son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, físicos, químicos, o lesiones previas.

"Agentes que ponen en marcha el proceso patológico"

Juan Monjo Carrió

**Causas Indirectas:** Son todos los factores inherentes a las unidades constructivas, como la composición química, la forma o la disposición, que como consecuencia de una mala selección, diseño defectuoso o material incorrecto, se deja el camino para que cuando aparezca la acción de una causa directa se ponga en marcha la evolución del proceso patológico. Juan Monjo Carrió

"Las causas indirectas son las que permiten que se inicie el proceso patológico, en el momento en que aparece una causa directa y además, son las únicas sobre las que podemos actuar en general".

Juan Monjo Carrió

Se pueden distinguir varios tipos de causas indirectas en función de las etapas del proceso constructivo donde se puede cometer los errores que permiten la aparición en el futuro, de una o varias lesiones.

Las causas indirectas pueden originar en:

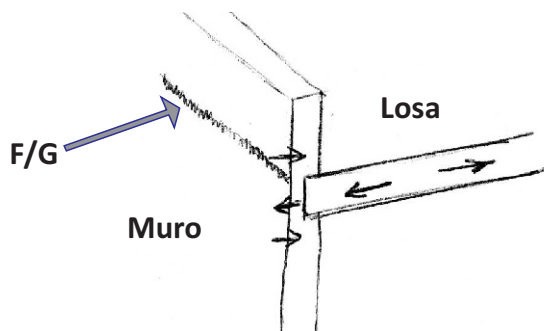
- Proyecto.
- Ejecución.
- Materiales.
- Uso y Mantenimiento.

Ejemplo: Se manifiesta Fisuras/Grietas en extremo superior del edificio, con trazado aproximadamente horizontal.

Causa Indirecta probable: Resolución del remate superior perimetral, carencia u obsolescencia de aislación térmica apropiada.

Causa directa probable: Movimientos por variaciones térmicas de la cubierta (H.A).

La losa de cubierta, por su superficie y localización se encuentra expuesta directamente a las variaciones de temperatura, esto hace que se caliente más que los cerramientos verticales, produciendo empujes normales a los cerramientos de fachada.



Esquema de esfuerzos normales



Fachada Noroeste



## 2.3- Adjudicación de responsabilidades.

### Proyecto:

- Se adjudica al proyecto cuando los errores cometidos se refieren a la toma de decisiones de la técnica, el diseño, la disposición de los distintos elementos constructivos. Cuando se realiza una incorrecta elección de los materiales de acuerdo a la función que debe cumplir o la falta de definición del proyecto.

Además del diseño incorrecto de los elementos que componen constructivamente el edificio, influye desfavorablemente la carencia de estudio, tanto de juntas como de materiales y elementos.

El diseño, al ser campo de innumerables búsquedas, hace que muchas veces una solución que es correcta en un proyecto no lo sea en otro, por sus particularidades formales, proceso de ejecución, u otras circunstancias; por lo que más que aplicar recetas habrá que basarse en principios, propiedades y en un uso inteligente de la tecnología disponible.

### Ejecución:

- Se adjudica a la ejecución cuando los errores proceden de fallos en la puesta en obra de algún elemento constructivo y que no tienen relación con los errores de proyecto. Pueden ser debidos al incumplimiento de las condiciones técnicas (pliegos, especificaciones, normativas del buen construir).

El número de errores es tan amplio y variado que es imposible intentar una clasificación o agrupación.

### Materiales:

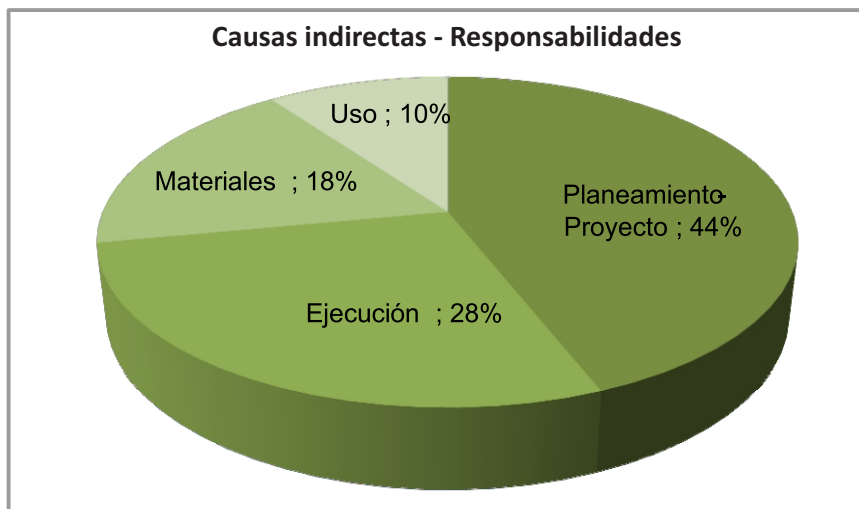
- Se adjudica a los materiales cuando son los factores que proceden de equivocaciones u omisiones durante la fabricación de un material determinado y que producen la pérdida de las características físicas, mecánicas y químicas necesarias para la misión constructiva que le corresponde.

### Uso y mantenimiento:

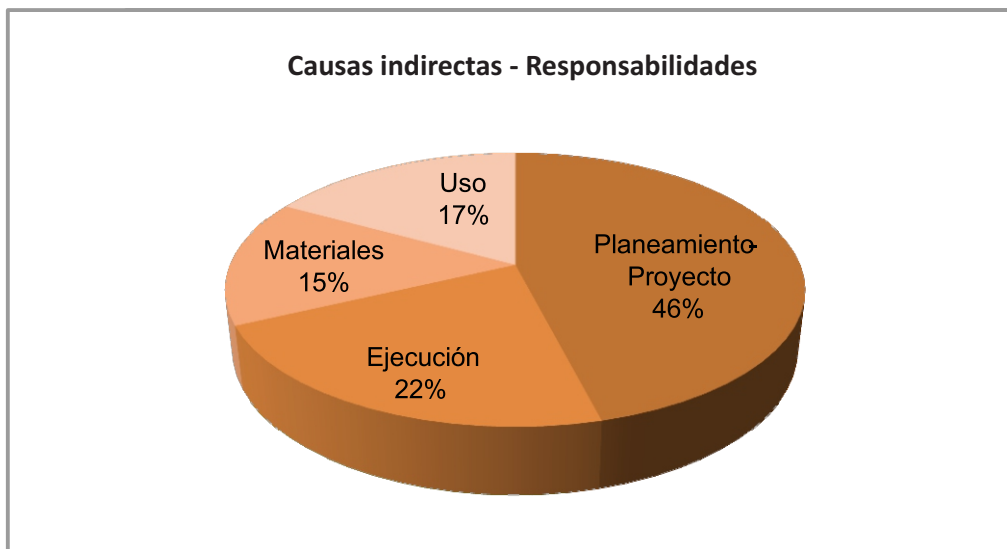
- Se adjudica al uso y mantenimiento cuando son factores inherentes al uso del edificio, bien porque éste sea incorrecto y por lo tanto sea sometido a actuaciones o esfuerzos para el que no está diseñado, o por falta de mantenimiento periódico de las unidades constructivas que lo requieran.

**-Datos estadísticos.**

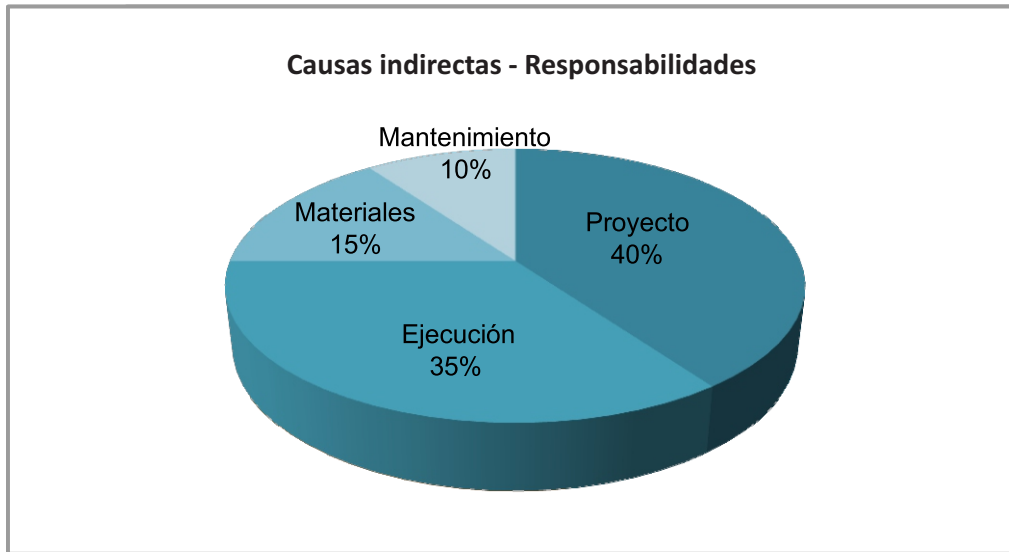
Los 3 gráficos expresan claramente que se adjudica al proyecto la mayor incidencia de errores, siguiéndole en importancia la puesta en obra. Por lo mismo se deduce la responsabilidad que le cabe al proyectista y al director de obra, en la prevención de patologías y es donde se debe controlar que no se originen procesos patológicos.



Fuente: "Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto". Paulo Helene, Fernanda Pereira  
- Curso Patologías frecuentes en la construcción. Metodología para el diagnóstico.



Fuente: "Trincas em edificios - Causas, prevenção e recuperação". co-edição  
São Paulo, 1989. Ing Ercio Thomaz.  
- Curso Patologías frecuentes en la construcción. Metodología para el diagnóstico.



Fuente: "Patología de cerramientos y acabados Arquitectónicos"  
- Nueva edición: Adaptada al Código Técnico de la Edificación.  
(Juan Monjo Carrío, Dr. Arquitecto) Edición año Abril 2010 - Madrid.

Hoy día nuestra realidad está exigiendo un cambio en la forma de actuar, para buscar disminuir los errores comenzando desde el diseño. Esto lo haremos a través del análisis de la "patología preventiva" estudiando la importancia y alto nivel de incidencia que tienen estos fallos, más allá de que se produzcan en un tipo de obra o en otro.

Procurar una búsqueda de disminuir las causas indirectas, como forma de controlar el origen de procesos patológicos.



## 2.4- Proyecto y Dirección de obra.

El desarrollo de un proyecto arquitectónico implica casi siempre procesos que alternan entre lo general y lo particular, la escala grande y la pequeña, el concepto global y el detalle. A pesar de ello es posible establecer una serie de fases o etapas de trabajo (estudio preliminar, esquemas iniciales, anteproyecto, proyecto ejecutivo), relativamente diferenciadas entre sí, que marcan la evolución del proyecto desde el planteamiento del problema hasta la ejecución.

En este sentido es el arquitecto el profesional que debe tener la formación y creatividad necesaria para guiar el proceso de diseño y su construcción.

La secuencia de las actividades técnicas de cada etapa, debe ser programada cronológicamente según criterios de coordinación y subordinación, de modo que la producción de informaciones pueda ser acumulada, detallada y articulada progresivamente, hasta la conclusión del proyecto para su ejecución.

Las actividades técnicas de la fase de **proyecto ejecutivo** son de gran importancia porque es donde se elaboran los documentos que contienen las referencias técnicas y representa la concepción final de la edificación, sus elementos, instalaciones y componentes. Estas informaciones deben ser completas, definitivas, necesarias y suficientes para la ejecución de las tareas de obra correspondientes. Donde incluye el dimensionado preciso, especificaciones de materiales, detalles, manual de uso y mantenimiento, entre otros aspectos. Todos los documentos gráficos y escritos producidos deben ser representados según las normas UNIT de dibujo de arquitectura.

En el año 2012 se realizó un proyecto que regula la etapa de diseño debido a que se ha hecho evidente la falta de definiciones precisas y consensuadas sobre Proyectos de Arquitectura, las etapas en que se elaboran, así como los requisitos mínimos indispensables a cumplir en cada una de ellas.

Se procura a través de esta norma UNIT 1208:2012, contribuir a resolver algunas de las contradicciones y dudas que se manifiestan en los distintos ámbitos de interrelación de los actores de la industria de la construcción.

En la relación entre **el arquitecto y quien ejecuta la obra**, resulta fundamental que los recaudos de obra sean lo suficientemente precisos como para que la misma se ejecute sin dudas, evitando las interpretaciones que puedan ser origen de conflictos.

Con relación a **la responsabilidad civil y profesional del arquitecto o del ejecutante**, el resultado esperado es el de reducir las patologías en las obras de arquitectura, las cuales estadísticamente tienen mayoritariamente su origen en la etapa de proyecto.

Es de suma importancia mantener una ética profesional como pilar de conducta y así generar convicciones que regirán la toma de decisiones de cada etapa del proyecto hasta la culminación de la obra, en esto radica la integridad como

profesional, que además de dominar el área técnica es posible tener una interacción con los trabajadores, jefes, proveedores y clientes.

“El arquitecto es el que debe propender por medio del estudio, la investigación y el esfuerzo total, a la realización de una obra en continua superación en el campo de su actividad profesional”.

Código de Ética de SAU  
(Aprobado en Asamblea General 10/08/2006)

La ética profesional constituye usualmente, “el conjunto de los mejores criterios y conceptos que debe guiar a la conducta de un sujeto por razón de los mas elevados fines que pueden atribuirse a la profesión que ejerce”.

El Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU).  
Buenos Aires

La norma está integrada por tres partes a saber:

-I. Norma 1208\_2012;

-II. Anexo I (Complementario), Listas de chequeo; se detallan todos los gráficos básicos y necesarios como por ej: Planta de Niveles, desagües y caminería esc 1:100 o 1:200.

Plantas, cortes (esc 1:100 o 1:50) y detalles de Albañilería a esc. 1:5 solución para hermeticidad, detalle de escaleras, solución de escalones, cortinas de enrollar, etc. esc 1:20.

Especificaciones constructivas (Memoria general y particular).

Plantas de estructura, sanitaria, instalaciones, etc. (ver norma).

-III. Anexo II (Informativo), Libro del edificio.

Todos los recaudos gráficos cumplen una relevante función en la producción de la obra, controles de calidad y ciclo de vida del edificio.

Ademas tiene como objetivo contribuir a evitar las discrepancias que suelen surgir entre los distintos actores que participan en el proceso de construcción y se deben a diferencias de interpretación y criterios conceptuales sobre el proyecto.

En los recaudos escritos es de relevante importancia la memoria constructiva general porque en ella se especifican los materiales y dosificaciones a emplear, muestras, aceptación, rechazo, lugar y forma de deposito, componentes, etc.

Todos los materiales y elementos propuestos deben poseer sello de conformidad con normas UNIT o, en su defecto, estar aprobados por los organismos de control (según listado de materiales, elementos autorizados y/o ensayos).

En la memoria se especificaran el tipo y construcción de Hormigón armado: encofrados, armaduras, preparación, colocación, curado, desencofrado, etc.

Así mismo se define la terminología, decretos vigentes, etc.

Se requiere tener la **Planificación y confección del listado de rubros** de todos los subcontratos que intervendrán en la obra de forma tal que no interfieran entre si y cumpliendo con la normativa correspondiente.

La resolución de un problema de planificación empieza generalmente por una fase de reconocimiento, seguida por otra de elaboración y terminando con otra de aplicación.

La variedad de estas herramientas de análisis, dirección y control se pueden reunir en tres grupos (diagramas Pert, línea de balance, diagrama de Gantt). En cualquiera de los casos es necesario un análisis de la obra, pensar que tarea precede a la siguiente, lo cual es de relevante importancia en la coordinación.

Se presenta como imprescindible tener un diagrama de Gantt como herramienta de trabajo en el momento de construir (en obra), ya que el mismo ayuda a visualizar las interconexiones entre diferentes contratos y contempla todos los factores principales a tener en cuenta durante el transcurso de la obra, los cuales no serán siempre de manera lineal.

Frente a la realidad de la construcción, la planificación es muy importante porque cuando se dan improvisaciones y errores se derivan confiando sus soluciones a la capacidad individual y a la experiencia del responsable directo de la obra.

Cuando un contratista toma a su cargo la totalidad de los rubros es llamado empresa constructora y su responsabilidad consiste en ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos, planillas, especificaciones, pliegos de condiciones y cualquier otro elemento componente de la documentación del proyecto de la propuesta aceptada en el contrato.

Una empresa constructora por lo general subcontrata una parte considerable de los trabajos a realizar en la obra pero sigue siendo responsable del trabajo total, así como de la coordinación, supervisión y pago de sus subcontratistas.

También los contratistas pueden tener subcontratistas, aunque esto es menos frecuente y sus obligaciones y responsabilidades son las mismas que las mencionadas para una empresa constructora. Contratistas y empresas encargan a las firmas proveedoras materiales y equipos.

La obligación de cumplir los términos del contrato de construcción corresponde exclusivamente al contratista y si éste realiza incorrectamente los trabajos o no cumple los plazos o sus restantes términos, es el único responsable.

El cometido del arquitecto es el de brindar instrucciones para que las tareas se efectúen correctamente, rechazarlos y ordenar su construcción nuevamente, cuando fueran realizados de forma indebida. Los pliegos de condiciones deben facultar al arquitecto para rechazar los materiales y equipos que no respetan las especificaciones así como las tareas hechas de manera errónea.

El arquitecto Director de obra debe inspeccionar periódicamente la ejecución de los trabajos, controlar su progreso, proporcionar a los contratistas las instrucciones y los planos complementarios que puedan ser necesarios, coordinar la acción de los diversos contratistas cuando no hay una empresa constructora.

Cuando por el tipo o envergadura de la obra se hace conveniente una supervisión permanente, se incorpora un residente de obra que actúa como un colaborador del arquitecto.

Aunque la supervisión de obra forma parte de la etapa de construcción, en realidad debe ser vista como una extensión del proyecto. De hecho el cometido fundamental de la supervisión es el control de la puesta en obra, vigilar que el proyecto se materialice de manera apropiada, así como definir posibles ajustes o cambios derivados de los imprevistos. Un adecuado control es la garantía para que el proyecto se lleve a cabo de forma satisfactoria, evitando distorsiones o cambios que lo afecten y que a la larga podrían resultar perjudiciales, incluso en términos económicos.

## 2.5- Control y gestión de la calidad en la construcción.

Según la Norma UNIT-ISO 8402

Se define como: “el conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas ”

El Control de calidad: “... tienen por objeto tanto el monitoreo del proceso como la eliminación de las causas de desempeño no satisfactorias en todas las etapas del ciclo de la calidad, con el fin de obtener la mejor eficacia económica”

Gestión de la calidad es: “Conjunto de las actividades de la función general de gestión que determinan la política de la calidad, los objetivos, las responsabilidades y se implanta por medios tales como la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad, y el mejoramiento de la calidad, en el marco del sistema de la calidad”

Aplicada en la fase de proyecto, es uno de los componentes más importantes de la calidad global del edificio y cuanto más avanzamos en las distintas fases de concreción de una obra, menos posibilidades tenemos de influir en la reducción de costos provocados por patologías.

Para el proyectista que debe diseñar obras que no son a gran escala, por tamaño, complejidad u otros aspectos, éste puede pensar que los controles de calidad no son necesarios o que solo están bien para las grandes obras. Pero podemos entender que esta idea es errónea por la cantidad de beneficios que nos aporta “la gestión de calidad”, si se aplica de forma adecuada y se adapta a la escala a la cual se está trabajando.

La “no-calidad” engendra fallas y patologías, estemos trabajando a cualquier escala, estas fallas pueden ser mucho mas comprometedoras proporcionalmente en un pequeño emprendimiento que en otro grande.

Los Planes de Calidad son documentos que enuncian las prácticas, los medios y la secuencia de las actividades ligadas a la calidad, específicas de un producto, proyecto o contrato particular.

Pueden incluir:

- Diagramas de flujo de los procesos, que indiquen gráficamente la secuencia de las actividades (diagrama de Gantt , diagramas Pert, línea de balance).
- Definición de responsabilidades para cada actividad o tarea.
- Perfiles de los responsables. Necesidades de capacitación.
- Referencias a Instrucciones de Trabajo y Procedimientos documentados y de distribución “controlada”.
- Referencias a Planos y Pliegos de distribución “controlada”.
- Métodos de Control. Criterios de aceptación y rechazo en obra. Tolerancias.
- Registro de resultados.
- Definición de los materiales a ser utilizados, normas, control de resistencia, cateos, etc.
- Especificaciones de compra de los materiales.
- Controles de recepción de los materiales. Muestreos.
- Criterios de aceptación y rechazo.
- Evaluación de Proveedores.
- Equipos y herramientas para producción.
- Equipos de medición y ensayo.

### La Calidad en la Construcción

Con la participación del BHU, Cámara de la Construcción, Liga de la Construcción, APPCU, Sociedad de Arquitectos del Uruguay, SUNCA y el Comité Consultivo en Tecnología, Calidad y Productividad, en diciembre de 1999 se suscribió el “Convenio sobre Calidad en la Construcción”.

En el mismo se propone un programa basado en la Norma ISO 9000 en lo referido a las “Políticas y responsabilidad de la Dirección, y Aseguramiento de la Calidad en el diseño, evaluación de proveedores, control de ejecución, atención al cliente y, análisis y mejoramiento del sistema”.

Este acuerdo contempla expresamente que “... las Unidades Ejecutoras de Organismos Públicos relacionadas con Proyectos, Licitaciones, Dirección y Supervisión de Obras, se comprometen a implementar Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9000 en plazos no mayores a los acordados para las empresas constructoras.”

De acuerdo con este Plan, fue definido como prioritario avanzar sobre:

- 1) El Aseguramiento de la Calidad en las tareas que desempeñan los Técnicos.
- 2) La implementación de un Programa de Capacitación para asegurar la actualización necesaria del personal, a través de charlas técnicas de carácter mensual involucrando a Arquitectos y Sobrestantes.
- 3) La promoción del Trabajo en Grupo, a través de la formación de equipos de trabajo tanto para resolver temas específicos, como para realizar visitas conjuntas a obras y compartir experiencias.

Los Objetivos principales del Proceso de Mejora de la Calidad son:

- Reducción de costos de construcción y gestión del proceso de producción, a través de la aplicación de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad como el que proporciona la serie de normas ISO 9000. La implementación de este sistema junto al proceso de certificación a que se han comprometido las empresas constructoras, permitirá conocer y controlar los "costos de la no calidad", los que se han estimado en el entorno del 40% del costo total de las obras.
- Reducción de los defectos de construcción y las patologías, obtenido a partir de la implantación del Sistema de Calidad, con directa incidencia en los costos que implican las reparaciones asociadas con patologías de construcción.

Si consideramos los problemas de responsabilidades en patologías mencionados anteriormente, derivadas de la etapa de proyecto y de ejecución desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo, siempre concluiremos que por cantidad y calidad se hace imprescindible que quien proyecta y ejecuta sea consciente de que la gestión de la calidad no va a significar incorporar costos excesivos e innecesarios a su servicio. Sino que por el contrario, con ello estará asegurando al cliente, y por sobre todo a sí mismo el grado de profesionalismo. Además posibilita abatir o reducir la aparición y gravedad de las patologías cuyo origen se encuentra principalmente en estas etapas.

## 2.6- Mantenimiento.

La inspección técnica en edificios es un proceso de trabajo que engloba, además de la propia inspección para detectar fallas o el estado de los materiales, el mantenimiento y la reparación de los mismos.

Estos son procesos necesarios, independientes y complementarios que deben aplicarse a lo largo de su vida útil, para proporcionar una correcta utilización del mismo y aportar un valor positivo en el esfuerzo de dotar de un grado aceptable a la sostenibilidad de los edificios.

Se **define el concepto del mantenimiento**, como aquel conjunto de operaciones y cuidados efectuados sobre los diferentes subsistemas, elementos constructivos y materiales que componen una construcción.

Este puede ser corrector o preventivo:

El **mantenimiento corrector** se basa en operaciones puntuales para reparar una o varias lesiones avanzadas en algún elemento del edificio, y es la forma tradicional que tienen algunas personas de entender la conservación de los edificios.

El **mantenimiento preventivo** hace referencia al conjunto de operaciones periódicas, prefijadas en un plan destinado a conservar los componentes del edificio en buenas condiciones de uso y seguridad, independientemente de que hayan aparecido o no las lesiones.

Este mantenimiento presenta, entre otras, las siguientes ventajas:

- Evita la aparición de lesiones y en caso de detectarlas se interviene, evitando la progresión de las mismas así como reparaciones excesivamente costosas.
- Son gastos con presupuestos programados, posibilitando al usuario la gestión técnico-administrativa del inmueble, reduciendo la aparición de posibles gastos extraordinarios.
- El entorno socio-cultural delimitará los usos, las necesidades prioritarias y los hábitos de los usuarios.
- Garantiza y prolonga la vida útil de los diversos elementos del edificio, asegurando, cuando no alargando, el periodo de vida del edificio a un coste aceptable. En este caso, se habla de calidad y confort.

Por ejemplo, una simple observación en fachadas de la ciudad demuestra que los edificios presentan problemas de conservación cada vez más importantes, que a veces derivan en situaciones de riesgo al no existir un mantenimiento adecuado.



### 3. - Estudio de casos.

Extraídos de la asignatura Practica Profesional de Obra año 2011.

#### 3.1- Desplome en colocación de Premarco

##### Ubicación

Montevideo / Carrasco Este Rambla Costanera.

##### Proyecto

Complejo de Viviendas - 3 Plantas.

Obra Nueva - Construcción tradicional.

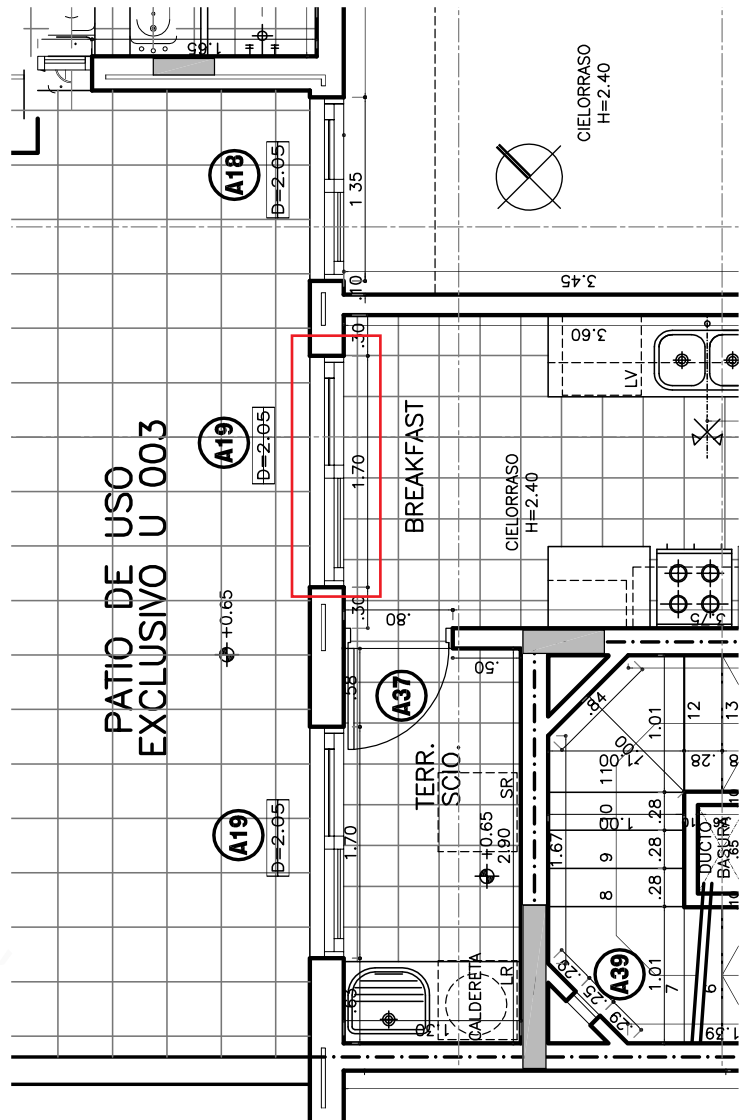
Finalizada: Abril 2012

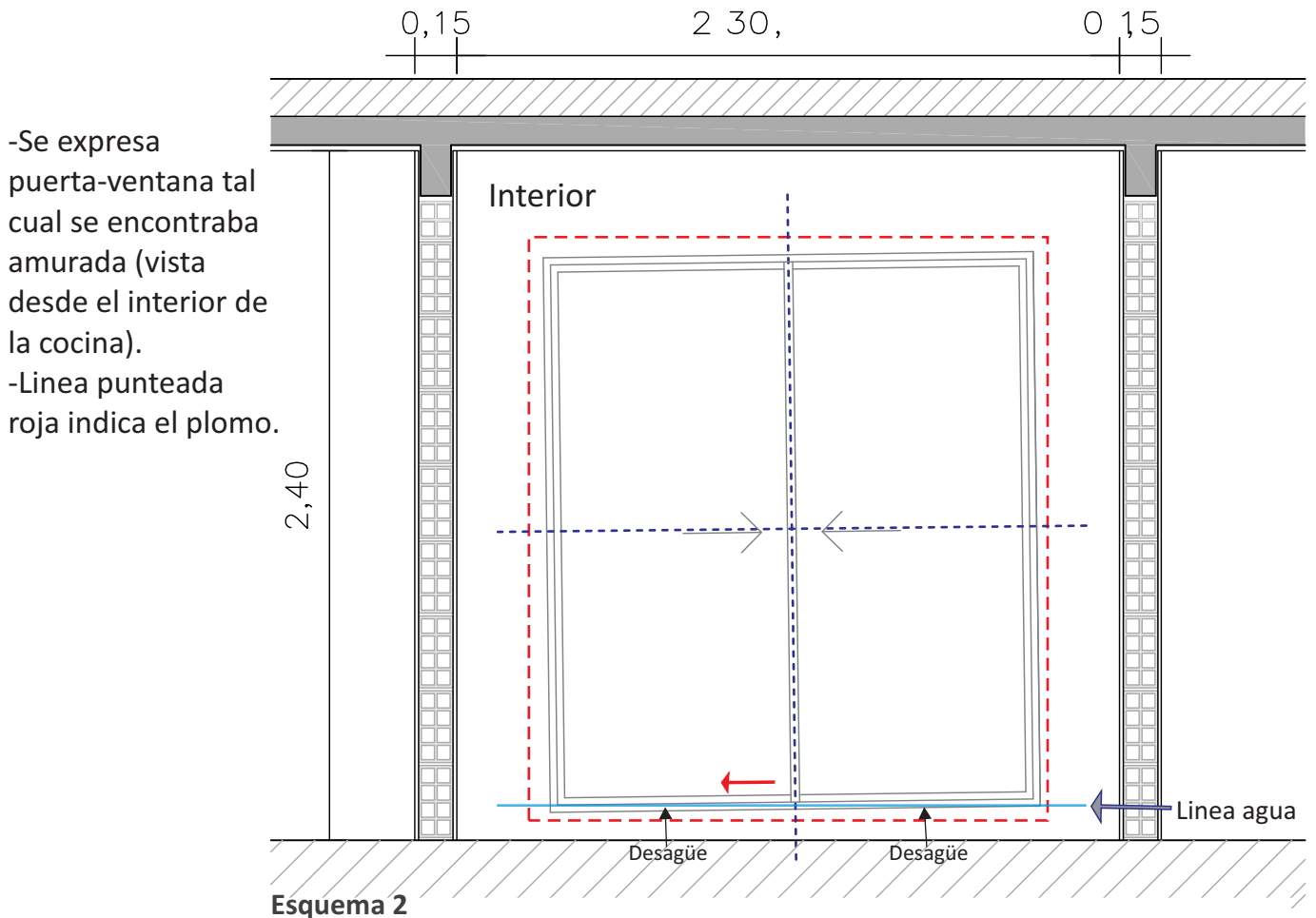
**Descripción:** En este caso se observó la colocación de un premarco de aluminio para una puerta-ventana de cocina que comunica a un patio exterior al aire libre (ver planta adjunta).

Las dimensiones son 1.70m de ancho por 2.00m de altura del sistema Metta con marco umbral común.

En obra se procedió a controlar con la plomada ya que era muy llamativo el desplome y se confirmó una inclinación de 3,5 cm (ver relevamiento fotográfico).

En la construcción también se percibieron otras irregularidades, como replanteos erróneos, ambientes no escuadrados, donde el Prof. de PPO tomó la iniciativa para realizar un escenario de estudio que luego no se pudo realizar por coordinación del curso.





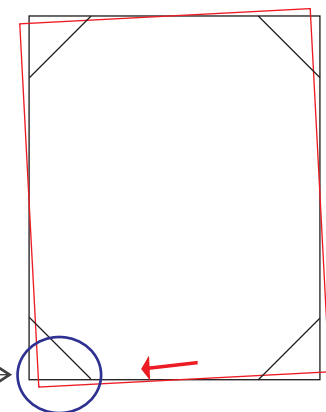
**Análisis Crítico:** Los ángulos del premarco mantienen los 90 grados, pudiéndose colocar la abertura en la posición que se amuro el premarco, quedando como se observa en el esquema 1.

Como se observa en documentación fotográfica, la abertura referida está en la planta baja de un volumen que tiene tres niveles.

Por ser un edificio frente al mar, el agua de lluvia que escurre por fachada y la acción del viento de la costa inciden directamente en la abertura.

El desplome puede dar lugar a una futuro ingreso de agua, ya que el umbral de la puerta no queda a nivel, dando una pendiente hacia un lado de la abertura (ver esquema 2).

Ángulo mas bajo donde se acumula el agua de lluvia.



Esquema 1

Posición inclinada de la puerta.

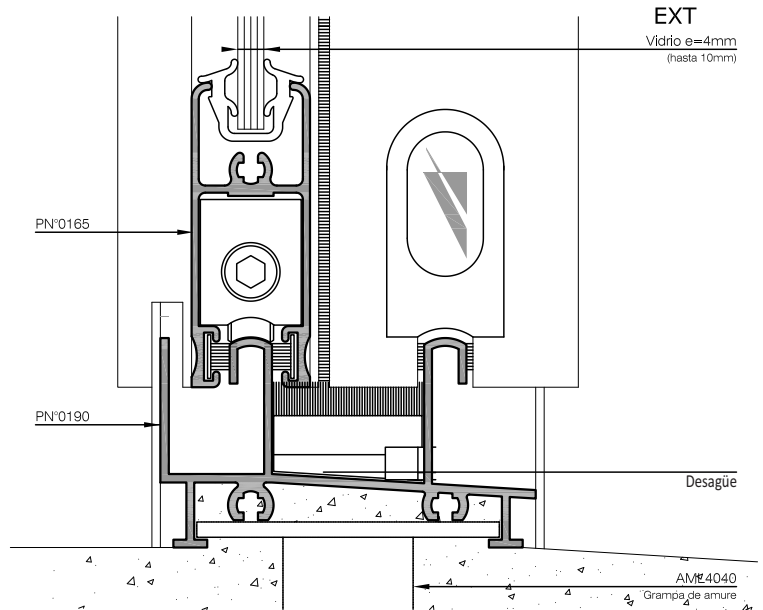
En caso que el desagüe de la abertura se obstruya por suciedad, la pendiente acumularía el agua en el ángulo inferior izquierdo, provocando un posible ingreso de agua al interior de la cocina. Si los orificios de desagües se mantienen limpios, siempre va a quedar agua acumulada en el ángulo, llenando un nivel hasta el orificio de desagüe mas cercano, esta agua no va a salir por si sola quedando estancada hasta evaporarse o ser retirada manualmente.

El usuario notara la inclinación de la abertura y el aspecto visual antiestético.

**Adjudicación de responsabilidades:** En este ejemplo se puede ver un error de ejecución y falta de control en obra.

#### Reflexión-conclusión:

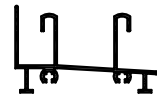
No se poseen datos de si esta anomalía era "puntual" o estaba generalizada, pero se tuvo conocimiento de otras irregularidades como replanteos erróneos, y ambientes no escuadrados. El uso de planillas de controles como herramienta periódica para cada tarea hubiera evitado o minimizado este tipo de anomalías.



#### ESPECIFICACIÓN Y GUÍA DE FABRICACIÓN

PERFILES	Perfil	Tipo de Corte	Medida de Corte (mm)	Cantidad
MARCO SUP. E INF.	pn° 0190		A-22	2

*Marco horizontal inferior y superior*



**Detalle**

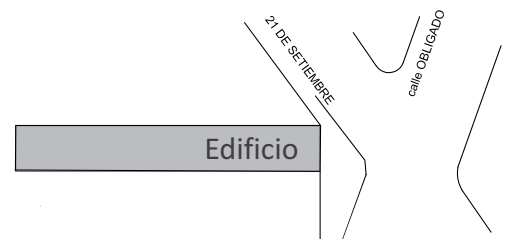
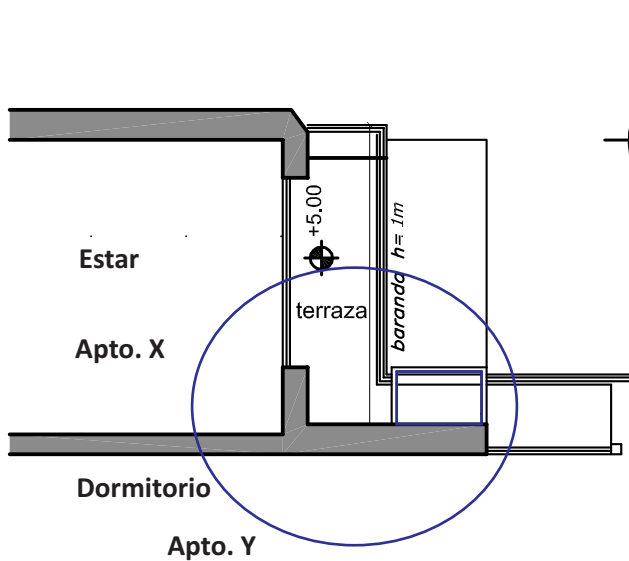
### 3.2- Fisura/Grieta en revoque.

#### Ubicación

Montevideo - Calle Echeverría esquina 21 de Septiembre.

#### Proyecto

Edificio de viviendas 12 Plantas.  
Obra Nueva: Construcción tradicional.  
Finalizada Agosto 2012



Planta ubicación edificio

Planta del sector analizado.

**Descripción:** Se observó una fisura/grieta (F/G) en el paramento exterior de fachada, en el sector de la terraza que se destaca en la planta adjunta y se visualiza en el relevamiento fotográfico.

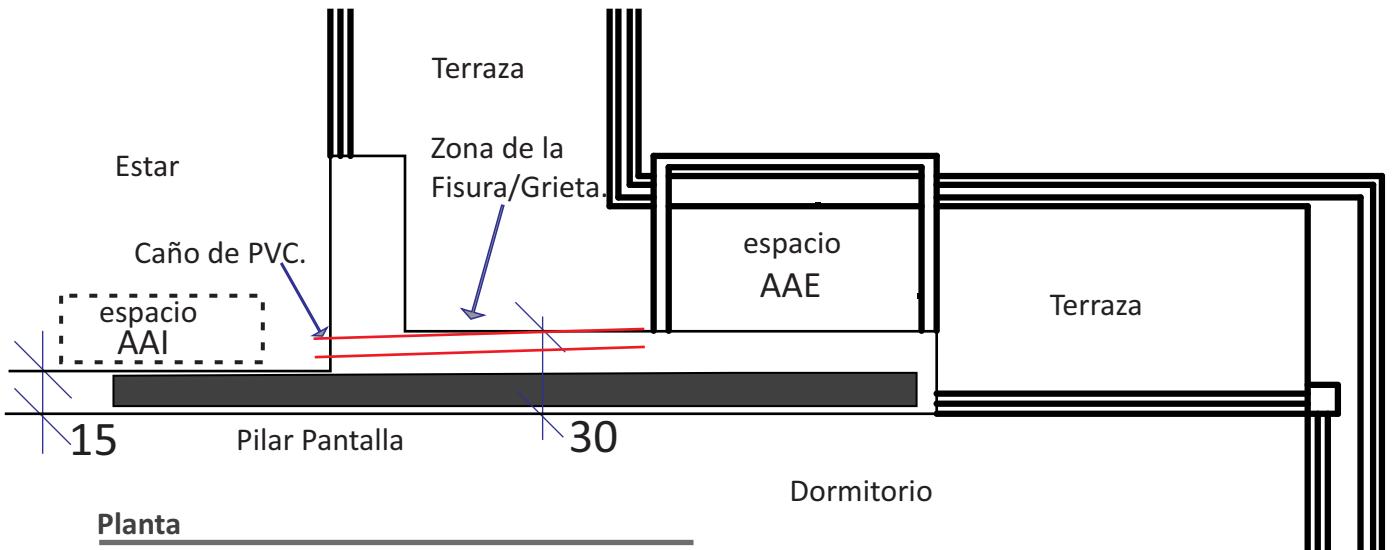
El trazado que realiza la F/G tiene un dirección aproximadamente en sentido diagonal sobre el muro divisorio entre los apartamentos X e Y.

La patología se pudo percibir en el proceso constructivo de la obra, repitiéndose en otros pisos del edificio.

En el interior del departamento contiguo (dormitorio) no se visualizó ninguna lesión, porque frente a la zona afectada hay un pilar pantalla como se observa en la planta.



vista 3D exterior



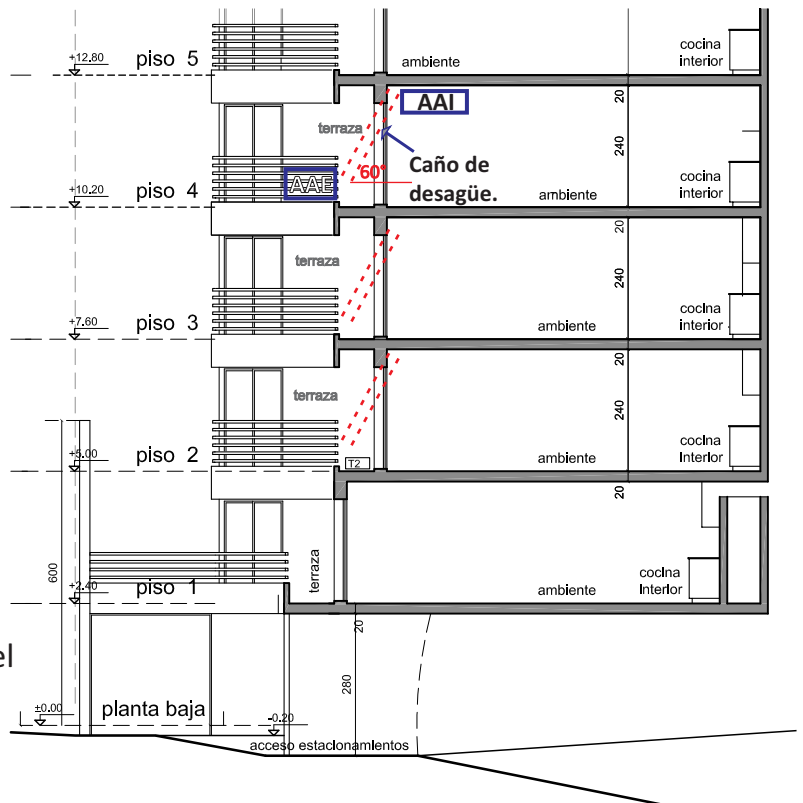
Planta

**Análisis Crítico:**

Se ha empleado el mismo criterio adoptado para fisura/grietas por el Área de Patología. Está definido en función del ancho de la abertura y si atraviesa o no todo el espesor del elemento:

- Abertura :  $\leq 0.05\text{mm}$  Microfisuras
- "  $> 0.05\text{mm}$  y  $\leq 1,2\text{mm}$  Fisuras
- "  $> 1.2\text{mm}$  Grietas

En la obra de referencia se realizó una instalación que incluyó la colocación de un caño de PVC  $\varnothing 75$  mm de diámetro para un desagüe de aire acondicionado desde un ambiente (estar) hacia una terraza. El desagüe se ubica sobre la cara exterior del muro, que tiene en total 30 cm de espesor e incluye una pantalla de H.A de 13 cm hacia el interior (ver planta).



Corte

En el relevamiento fotográfico se visualiza la secuencia de tareas de obra, identificándose la realización de los revoques interiores de los ambientes, antes que se colocara el desagüe, debiéndose picar el revoque interior y el muro de fachada para instalar el caño (se observa en la imagen 2 la reparación en el revoque).

Posteriormente se realizaron los revoque exteriores del edificio, verificándose en la imagen 1, ya que no se ve reparación (parche) en torno al caño.

La capa de mortero que cubre por delante a la tubería es de espesor variable y escaso, debido a que el caño quedo muy expuesto y con una inclinación hacia afuera sobresaliendo en su parte inferior. Como consecuencia de la inclusión del desagüe se produjo una lesión, manifestándose una fisura/grieta en el revoque, con trazado que coincide con la dirección que esta colocado el caño, a  $60^\circ$  con respecto a la horizontal como se observa en el corte adjunto.



Éste sector del edificio queda expuesto directamente al sol (causa directa) en todo el horario de la mañana, por este motivo el revoque se calienta y transmite el calor hacia el caño de PVC, produciendo que se dilate. Esta situación genera la existencia de tensiones internas en el revoque, superiores a la capacidad resistente del mismo generando la F/G. Con el transcurso del tiempo, por la acción del viento y la lluvia el agua se filtrará por la fisura depositándose en el interior, entre el revoque y el caño, manchando y deteriorando el revoque hasta llegar al desprendimiento. Siendo un material de estructura porosa debido a la capacidad de succión se favorece la atracción del agua hacia el interior del material, apareciendo una tendencia capilar en dirección horizontal.

#### Adjudicación de responsabilidades:

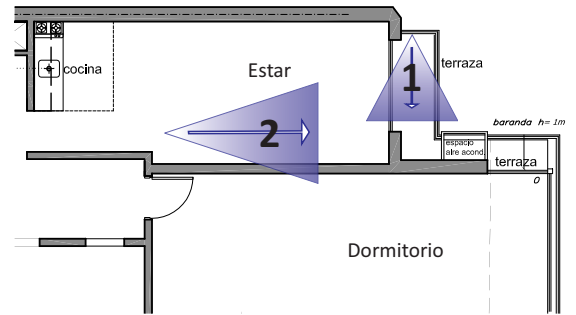
Se determina que hay una omisión en el proyecto ejecutivo, al no prever la forma adecuada para poder incluir la tubería de desagüe de la instalación de Aire Acondicionado en la mampostería. Por lo tanto es un tipo de causa indirecta.

#### Reflexión-conclusion:

Si bien existen normas para el diseño (respetando las normas de acondicionamiento e instalaciones), basadas en el comportamiento o propiedades de los materiales, es en la ejecución y durante el uso del elemento constructivo donde se ponen a prueba todos estos aspectos.

Suponiendo que en el diseño se haya considerado la sección del desagüe, y la existencia del pilar pantalla, se considera que se descuidó el procedimiento constructivo.

El orden en que se realizaron las tareas en obra y la forma de actuar en el conjunto de acciones, derivó en una descoordinación en el momento de ubicar el caño de desagüe teniendo en cuenta que picar el muro de mampostería que separa el estar del departamento X de su terraza para su posterior colocación, dejando a éste muy expuesto y solo cubierto por una fina capa de revoque.



Referencia: Ángulo de toma de fotografía 1 y 2.



Pared frontal  
terraza

### 3.3- Fisuras/Grietas en muros.

#### Ubicación

Montevideo / Av. Italia entre Presidente Batlle y Avelino Miranda.

#### Proyecto

Salón gremial y de eventos.

Obra Nueva - Construcción tradicional y soluciones con tecnologías alternativas.

Finalizada: Febrero 2012

**Descripción:** El muro M1 de referencia se encuentra en el 1er piso y pertenece al salón superior N° 2 ubicado sobre el local de fiestas principal.

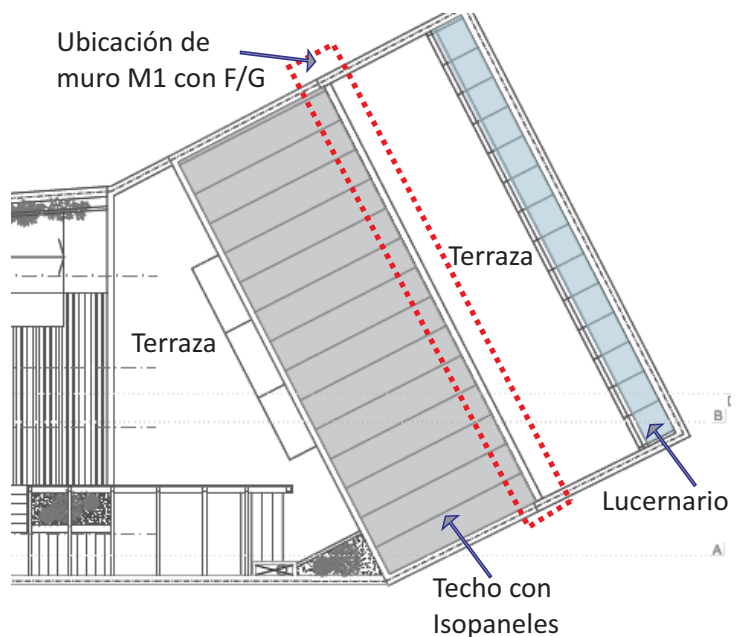
Fue construido con ladrillo a junta trabada, teniendo un espesor de 24 cm, incluida sus terminaciones en ambas caras.

La cara exterior presenta una terminación de revoque fino pintado y la interior es de paneles de yeso tipo Durlock.

La losa que techa el salón principal de planta baja fue construida empleando un sistema constituido por viguetas prefabricadas (modelo treliza), bovedillas de EPS (16.0 cm) y carpeta de hormigón con malla electrosoldada (4.0 cm). Se ha procurado por lo tanto alivianar en lo posible la carga generada por la incorporación del salón superior N°2.

El muro se dispuso de forma perpendicular a la dirección de las viguetas que conforman la losa (ver planta estructura).

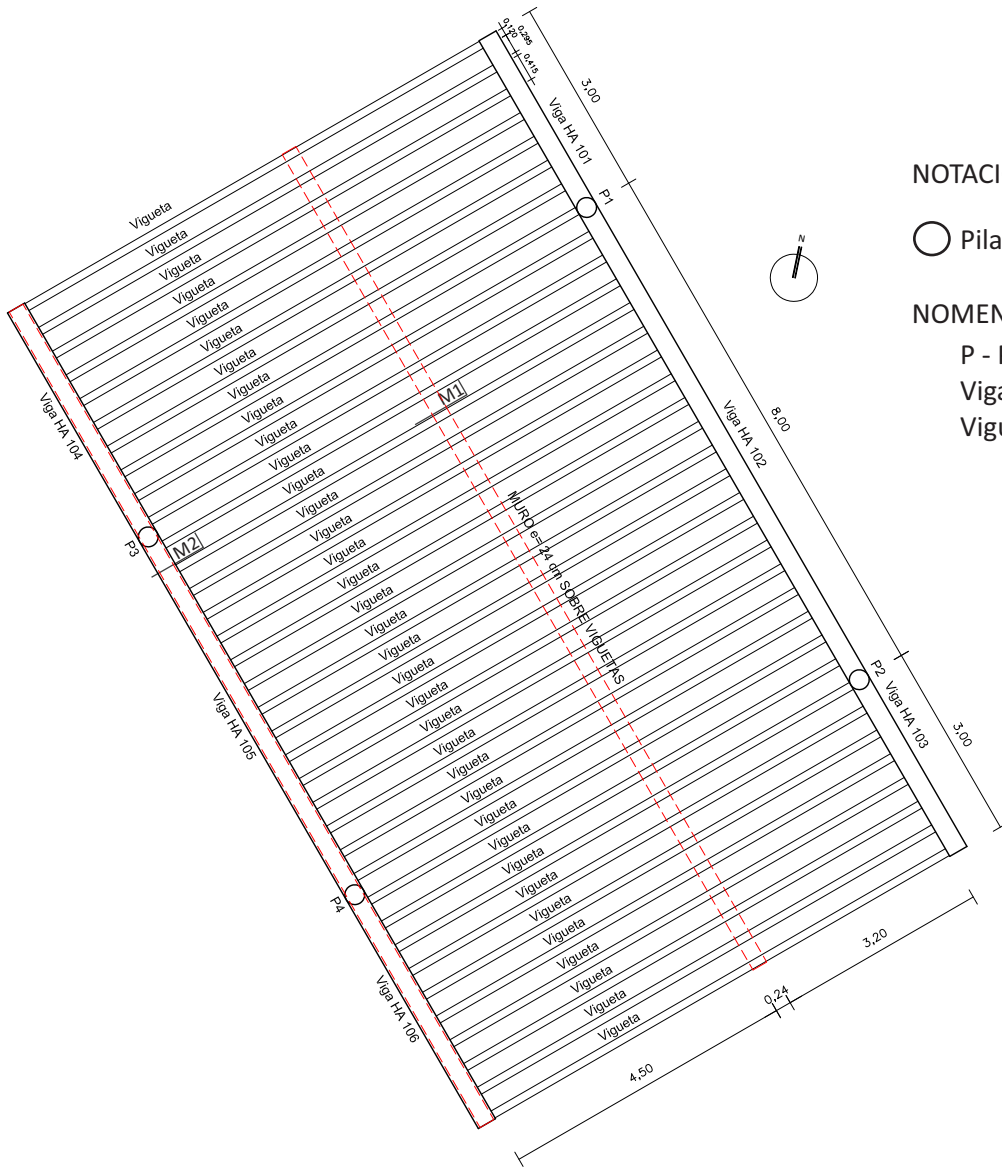
El techo de este salón es de isopaneles y se apoyan directamente en el muro que se analiza.



Planta de techos



-Techo de Isopaneles.



NOTACIÓN DE PILAR

○ Pilar que Muere.

NOMENCLATURA

P - Pilar Hormigón Armado.

Viga HA - Viga Hormigón Armado.

Vigueta - Vigueta Prefabricadas.

Planta de Estructura



- Entrepiso de bovedilla
- Cielorraso de yeso.

Fotos desde el interior del local de fiesta principal en Planta Baja.



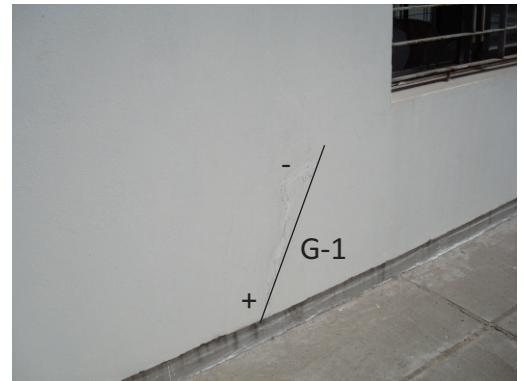
Observaciones y fotos de inspección efectuada cuando aún no estaba concluida la obra en Noviembre de 2011 (ver Alzado Norte).

Se manifestaron lesiones (Grietas) en zonas del muro M1 con una tipología oblicua (con trazados a 45°) que se dirigen desde el extremo inferior hacia los antepechos (G-1 y G-2) y en el ángulo superior derecho de la puerta (G-3), variando su abertura de mayor a menor.

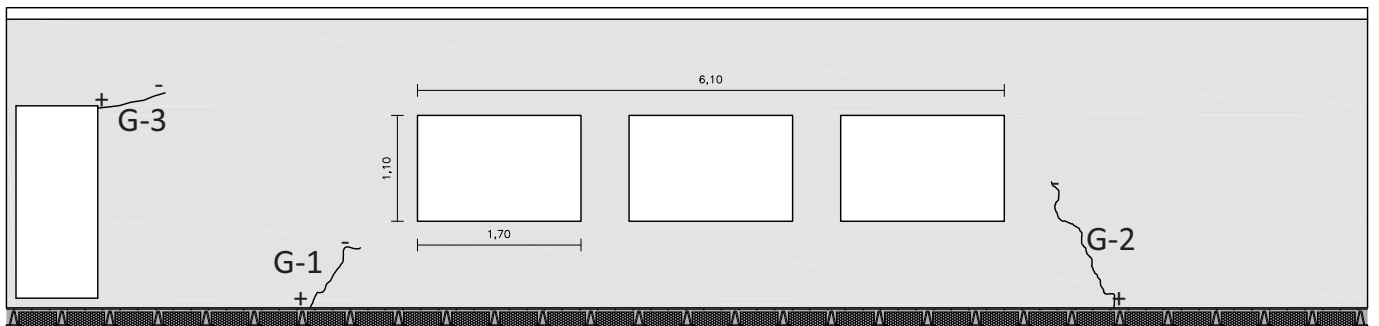
En el relevamiento fotográfico y alzado adjunto se puede visualizar la longitud y disposición de las grietas en el muro.

En el interior del local no se verificaban visualmente si se manifiestan dichas lesiones porque los paramentos están revestidos con paneles de yeso, imposibilitando observar la cara interior del muro de albañilería.

Se observó que las grietas habían sido reparadas, según nos informan empleando un producto flexible de Sika.



14,15



**Alzado Noreste** (en obra - noviembre 2011)

- Con signos de mas (+) y menos (-) se expresa la mayor o menor abertura presumible de las grietas.

Observaciones y fotos de inspección en noviembre 2013  
(Ver Alzado Norte - noviembre 2013).

En este caso se pudo regresar al edificio para evaluar el estado de las lesiones.

El local de fiesta n°2 no ha sido usado desde que se entregó la obra hace más de un año, por falta de habilitación de instalación sanitaria por parte de la IMM. Esperaban tener el permiso para fines de noviembre.

El deposito junto al local de fiesta n°2 está lleno de materiales que sobraron de la obra (tarros con pintura, mesas, cajas, vidrios, etc.).

Se observó que luego de un año las grietas siguen vivas, el material elástico (producto de Sika) que se utilizó para sellar las grietas evidencia movimientos. Además de aparecer nuevas F/G en el muro (M1), las grietas G-1, G-2, G-3 se han extendido.

Por ejemplo: en la grieta G-3 se registró actividad y desplazamiento (variación del plomo) que dañó el yeso interior en la esquina superior de la puerta y movió las uniones de los paneles de yeso que están sobre la abertura.

El marco de la puerta perdió la escuadra y afectó el movimiento de la hoja con lo que dificulta abrirla y cerrarla.

En el interior del local de fiestas también se constató que las placas de yeso evidencian movimientos en sus uniones verticales.

En el piso, por dentro y fuera del local, se produjeron grietas frente a la ventana que se encuentra próxima a la grieta G-1, representada en planta adjunta.

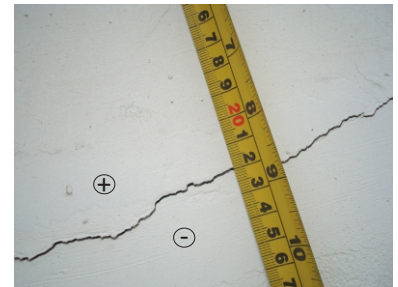
El mayor daño en el piso se registra en el interior del local, partiendo piezas de porcelanato (medidas 50 x 50 cm ), perdiendo el plano nivelado algunas de las piezas dañadas.

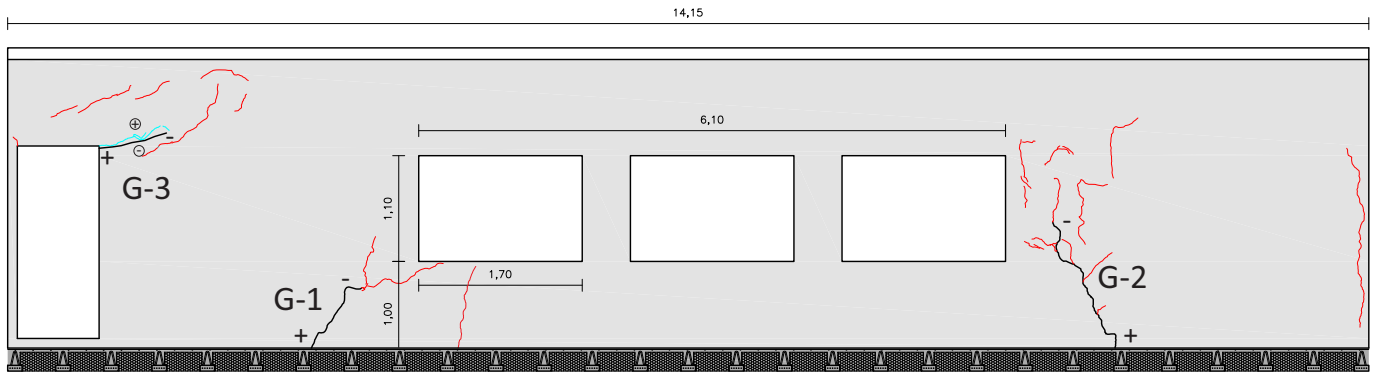
También por el interior se observa humedad en toda la parte inferior del muro (M1), manchando el yeso hasta aproximadamente 45 cm de altura. Hay presencia de moho sobre el zócalo.

En el muro M2 de la fachada Suroeste (ver planta estructura) se detectaron fisuras/grietas que no estaban en el año 2011 cuando aún no estaba finalizada la obra. Dichas lesiones parten del extremo inferior del muro, llegando hasta el 60% de la altura del muro y en su mayoría presentan aberturas que van de más a menos con tipología oblicuas y verticales como se observa en el alzado correspondiente.



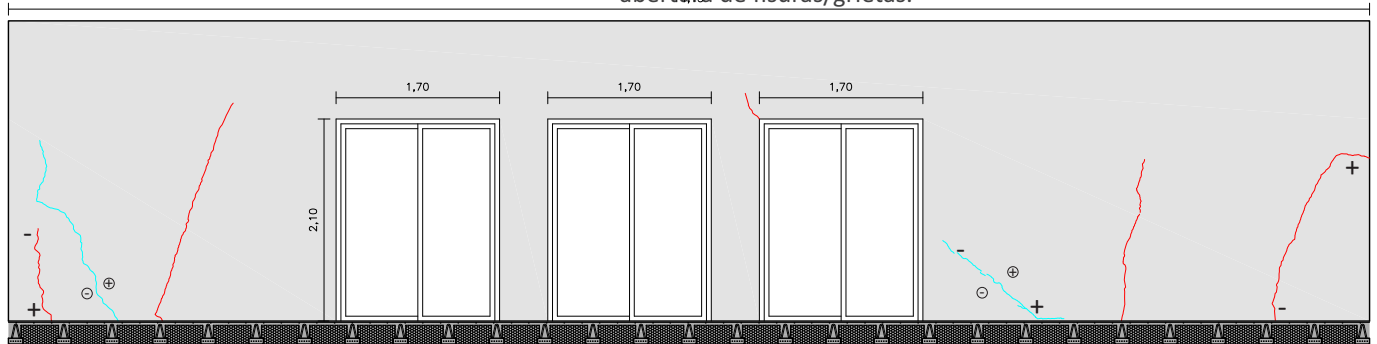
- Ubicación de G-3 por el interior.



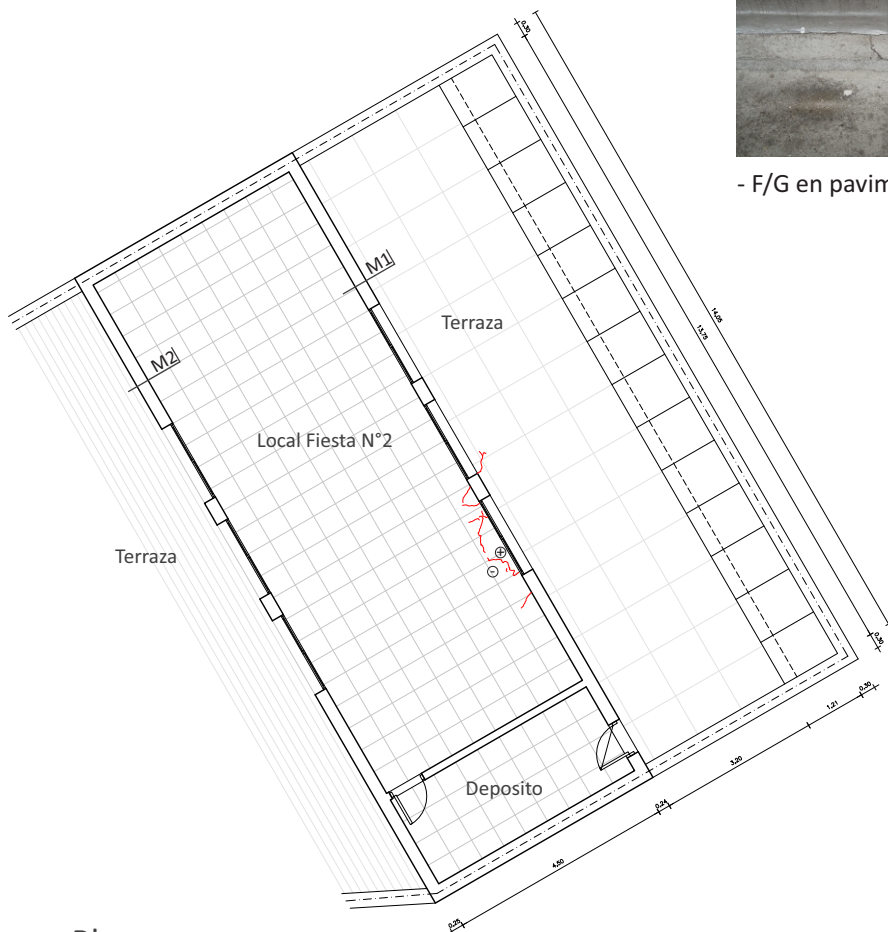


Alzado Noreste - M1 (noviembre 2013)

- En rojo se indica fisuras/grietas nuevas.
- En azul se especifica grieta con desplome ( $\oplus$  $\ominus$ ).
- Con signos de mas (+) y menos (-) se expresa la mayor o menor abertura de fisuras/grietas.



Alzado Suroeste - M2 (noviembre 2013)



Planta (noviembre 2013)

- En rojo se indica fracturas en pavimento.
- Se indica pérdida del plano ( $\oplus$  $\ominus$ ).



- F/G en pavimento exterior



- F/G en porcelanato interior.

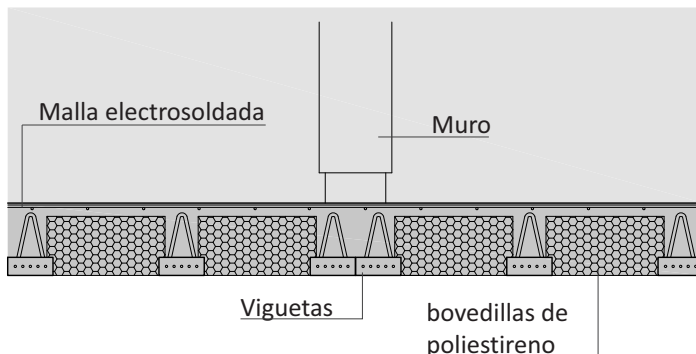


**Análisis Crítico:**

Este sistema de techos y entresijos prefabricados posee recomendaciones y especificaciones estipuladas por los fabricantes, como por ejemplo la distancia entre apoyos, largo y luz de viguetas, malla de compresión, etc.

En dichas recomendaciones se especifica la forma en que se pueden apoyar muros sobre ellos.

Si la dirección de los muros coincide con las de las viguetas, el muro a levantar se debe disponer sobre 2 viguetas (ver esquema adjunto).

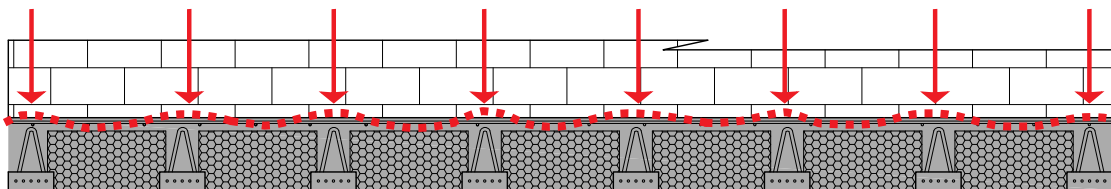


Si la dirección del muro es transversal a las viguetas, se calcula cada vigueta con carga concentrada, por la carga del muro que le corresponde.

En el caso analizado la descarga lineal del muro sobre las viguetas se efectúa en sentido transversal a las mismas y por lo tanto el apoyo es puntual, o sea no es lineal.

Las lesiones se producen porque la losa de bovedillas se deforma, probablemente por falló del diseño estructural. Los muros tienen sectores con vanos y sectores sin vanos, lo que implica variación de la carga.

La deformación del muro se representa en el esquema siguiente.



Para resistir la deformación, el esfuerzo que se produce sobre el muro se traduce en F/G que alivian las tensiones.

"La suerte de una estructura es la suerte del material que la está soportando y esto tiene que ver tanto con la rotura como con la deformación". Benjamín Nahum, 1991.



Vista muro M1.



Basándonos en las observaciones y mediciones que se realizaron, es presumible que los esfuerzos fueron mayores al momento de la construcción por la intensidad de las grietas que se produjeron.

En el transcurso del tiempo se ha agravado la situación del muro.

Por el exterior, en la base del muro no tiene un pretil correctamente diseñado para el remate de la membrana, quedando el extremo totalmente desprotegido. El agua de lluvia que escurre por el muro y la acción del viento produce que se infiltre agua en la junta entre el muro y la membrana. Esto provoca el ingreso de humedad al interior del local y propicia la formación de moho.

Las lesiones que se observan en el muro de la fachada suroeste (M2) en comparación con M1 son aparentemente de menor entidad, produciendo F/G de menor abertura y con un trazado en algunos casos casi vertical.

En la última inspección efectuada se observó que en el depósito que se ubica sobre un extremo (ver planta noviembre 2013) se acumulan materiales y objetos que generan una sobrecarga en este sector de las viguetas, pudiendo incidir en las nuevas F/G y agravando otras como G-3.

**Adjudicación de responsabilidad:** Luego de lo expuesto anteriormente se puede determinar la responsabilidad en el diseño estructural.

**Reflexión - conclusión:** No se evaluó correctamente las exigencias de uso que recibirá el entepiso, por ejemplo: vibraciones sonoras, impactos puntuales (gente que salte), etc. Las lesiones se manifestaron en el transcurso de la obra y con el paso del tiempo ha mantenido actividad, incrementándose los síntomas.

Es probable que en el transcurso de su vida útil, surjan nuevas fisuras/grietas, incidiendo en la durabilidad de los elementos, componentes y en el edificio en su totalidad.

Además de generar inseguridad en los usuarios y la estética del edificio.



-Con línea punteada se indica el manchado del yeso por humedad de infiltración.



-Remate de la membrana impermeable.

### 3.4- Ausencia de llenado en Pilar de perfiles C soldados.

#### Ubicación

Montevideo - Ciudad Vieja: Cerrito y Guaraní.

#### Proyecto

Edificio de 4 Pisos.

Oficinas - comedor - estacionamiento.

Obra Nueva

-Sistema de losa postensada

Finalizada Abril 2012

**Descripción:** Los pilares forman parte de la estructura interior que rigidiza el sistema de cerramientos livianos (mampara de vidrio) que separa a las oficinas del espacio X que da directamente sobre la fachada (ver plantas). El cerramiento vidriado de fachada tiene en su totalidad ventanas proyectantes, por lo que posibilita apertura 100%.

El sistema de pilares se repite en los pisos sucesivos (1°, 2° y 3° piso) variando la disposición conforme a la planta.

Se observó en obra que la cavidad conformada por los dos perfiles C metálicos de dimensiones 0.20 x 0.075 m (soldados con puntos) no fueron llenados de hormigón. La dimensión total del pilar es de 0.20x0.15 m.

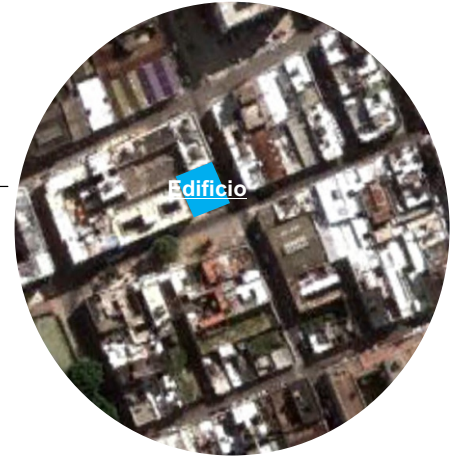
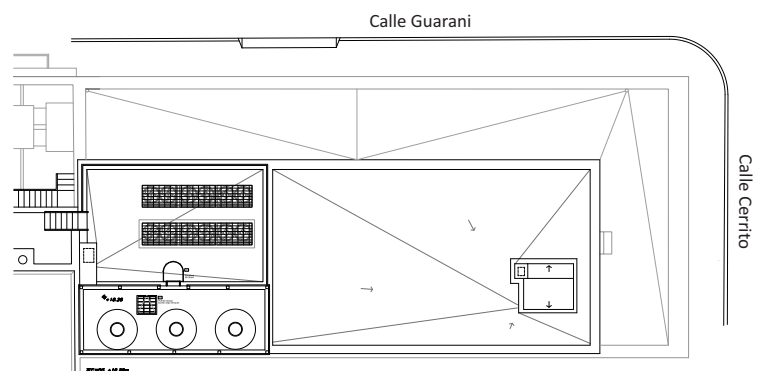


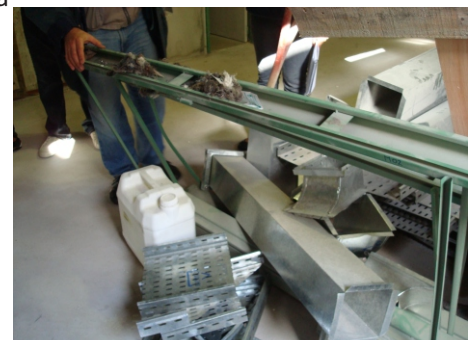
IMAGEN 3D



Perfiles C sin llenar



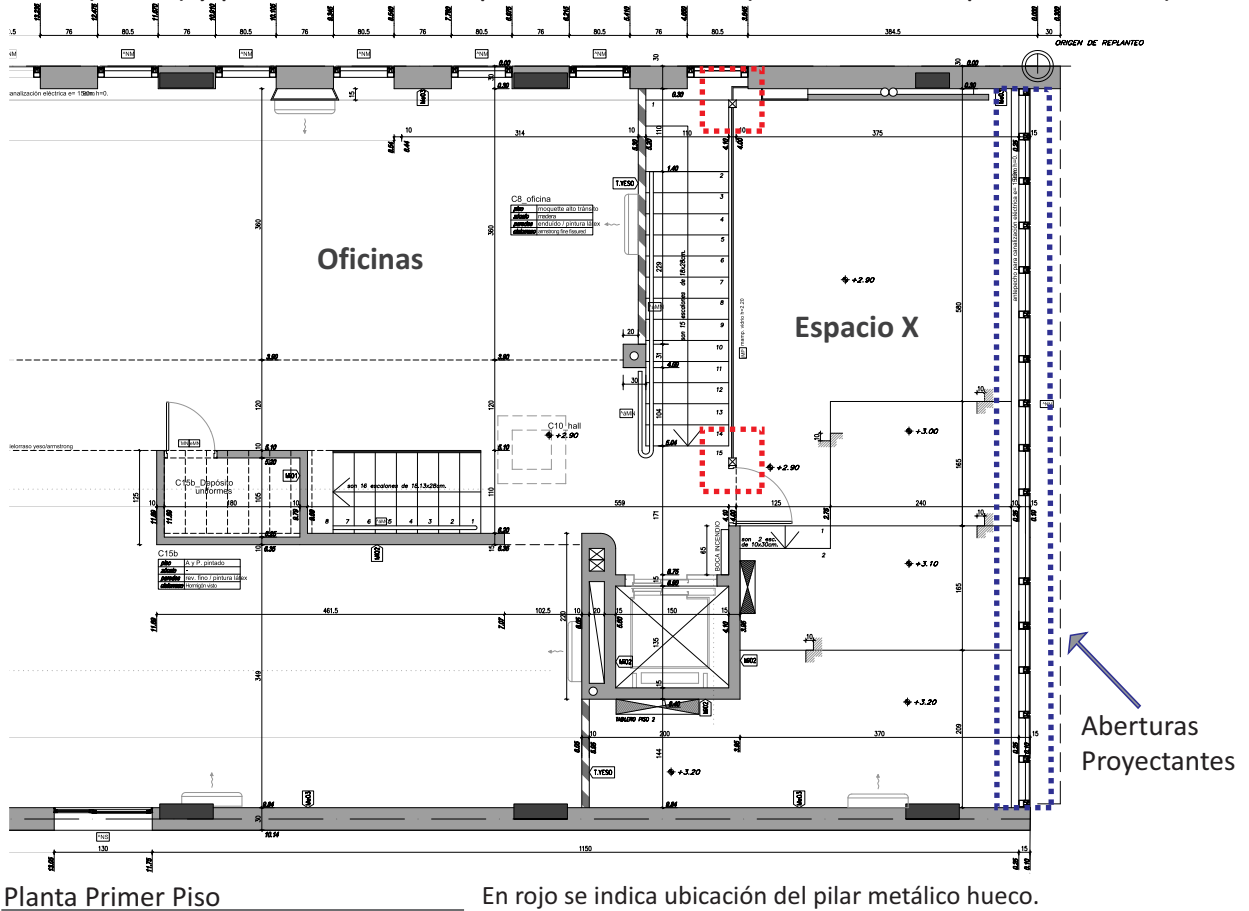
Planta Azotea



Marco de chapa, que luego se soldó al pilar metálico.



Luego de soldados los perfiles y colocados en su posición, se aplico por el exterior capa de imprimación (fondo) y posteriormente capa de terminación (se carece de especificaciones).



### Análisis Crítico:

En este caso si bien los pilares metálicos no están directamente expuestos a la intemperie, pueden considerarse indirectamente sometidos a un ambiente de agresividad media, por la implantación y características del edificio mencionadas.

La lesión que puede manifestarse en el transcurso del tiempo en dichos pilares es la corrosión, favorecida por la ubicación del edificio próximo a la bahía de Montevideo y la alta humedad relativa.

“Proceso electroquímico por el cual se produce una degradación superficial del metal al haberse formado una pila electroquímica...”

“El flujo de electrones del ánodo al cátodo se materializa con esta pérdida de partículas del metal que resulta corroído.”

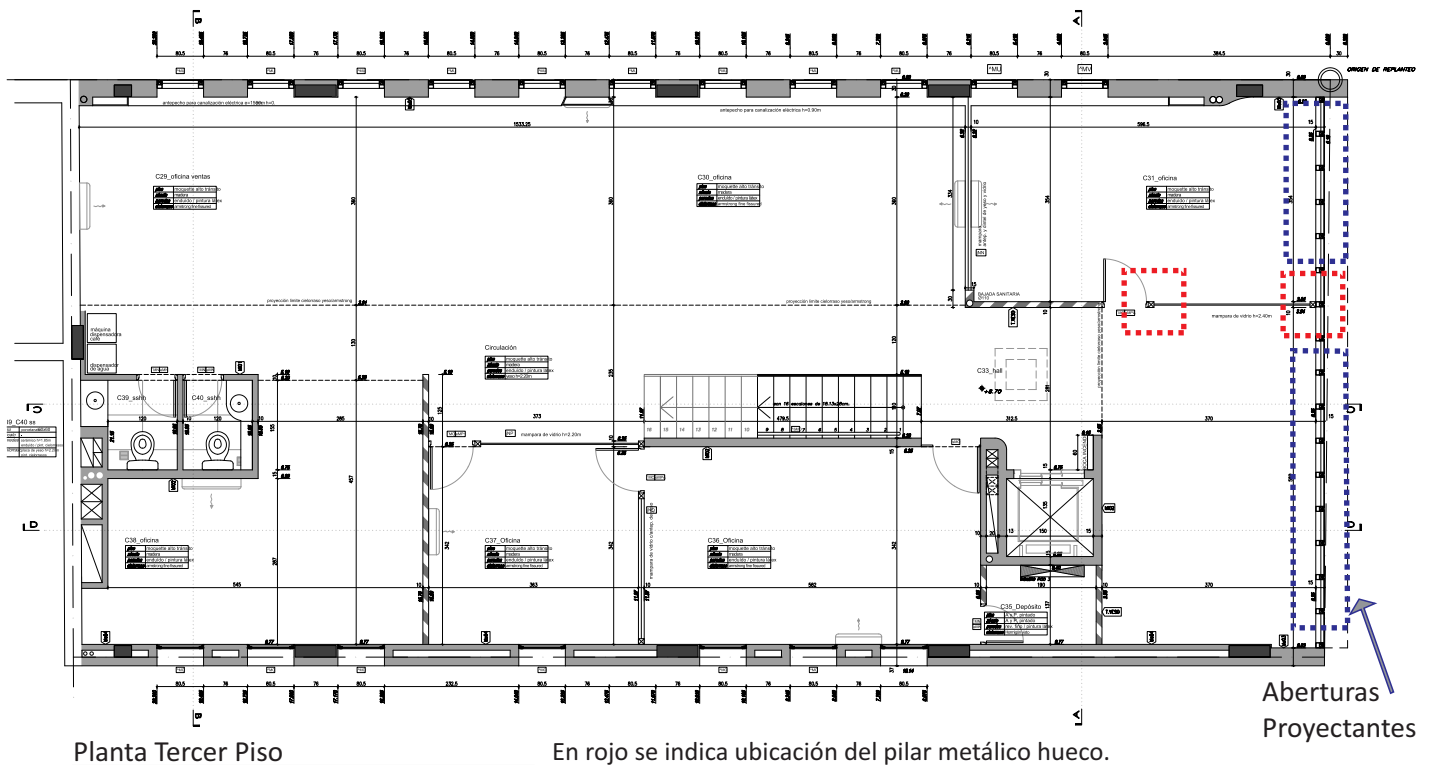
Juan Monjo Carrió

En este caso en particular, en unos años puede manifestarse una corrosión localizada (o sea no generalizada) y por picaduras atribuible a la discontinuidad del material de protección o a la irregularidad física o química del metal.

Corrosión por superficie picada: El ataque se localiza en zonas aisladas de la superficie que no superan los 1 o 2 mm<sup>2</sup> por picadura y por lo general avanza con rapidez por

la sección del metal, debido a pequeños túneles ya que en las zonas afectadas la velocidad de corrosión suele ser alta, dejando aparecer placas o escamas de óxido que se desprenden con facilidad, de un color rojo oscuro.

Corrosión atmosférica por aireación diferencial: Consiste en el deterioro sufrido en metales cuando una zona del mismo está húmeda (ánodo) y otra seca (cátodo), al entrar en contacto con el aire a temperatura ambiente. Cuando la humedad relativa (HR) supera el 40-50%, diferentes mecanismos favorecen la condensación de humedad sobre la superficie metálica y propician la formación de una película húmeda que permite el funcionamiento del mecanismo electroquímico (par galvánico) de la corrosión. Dicho par galvánico origina la corrosión en la zona húmeda (ánodo).



Es frecuente que tareas de mantenimiento deban emprenderse debido al deterioro prematuro en la zona inmediata a la soldadura.

En un análisis de fallas, comúnmente son en estas zonas donde se observa en primer término la existencia de corrosión en el metal.

Algunos de los factores que directa o indirectamente, agravan la corrosión de las soldaduras son:

- Posible diferencia de composición y potencial electroquímico entre el metal que constituye la soldadura y el metal base (Corrosión galvánica).
- La presencia de discontinuidades e imperfecciones del cordón de soldadura que permite la facilidad de acumulación de agua ó humedad, partículas de polvo y demás contaminantes, irregular geometría de la unión de soldada y/o presencia de tensiones mecánicas.



**Adjudicación de responsabilidad:** De diseño - Falta de especificación en los recaudos gráficos y escritos (memoria constructiva).

Arquitecto D.O - Falta de control durante la puesta en obra.

Empresa constructora - Omisión de Información al personal de la ejecución.

**Reflexión - conclusión:** Estamos frente a un error que es muy común en obra y suele ocurrir debido a los procesos acelerados que debe tener la construcción.

La falta de llenado con hormigón de los pilares metálicos es una especificación que no se debe descuidar en los recaudos gráficos o escritos, es conveniente porque esto puede tener consecuencias que si bien no son inmediatas suponen prejuicios de distinta índole.

En ausencia de información el Arquitecto Director de obra debe exigir y controlar que la empresa realice el trabajo de llenado con hormigón.

También se debe especificar y controlar (normas de calidad) el tipo de soldadura que se va a emplear.

### 3.5- Discontinuidad en Hormigón de viga.

#### Ubicación

Montevideo - Carrasco.

#### Proyecto

Edificio de vivienda desarrollado en planta baja mas dos niveles.

Obra: Nueva

-Sistema Tradicional

Finalizada Mayo 2012



**Descripción:** En losa sobre planta baja se ubica una viga de sección 15x40 cm que recibe la descarga de otra viga perpendicular y de igual sección.

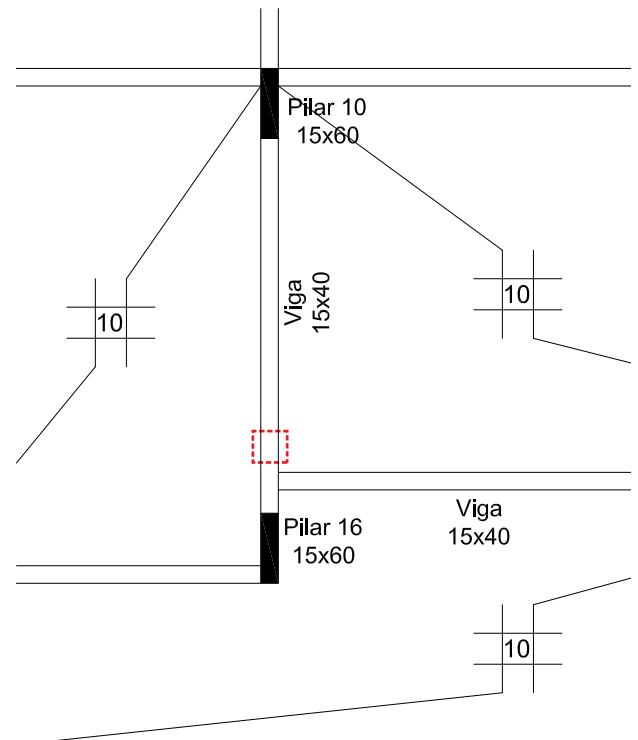
La lesión se presenta aproximadamente a 40 cm del apoyo del pilar 16.

(ver sector planta estructura fotos 1 y 2).

En dicha viga se produce el pase de unos 14 caños corrugados de eléctrica de 3/4" cada uno.

No se tiene información de las armaduras.

No fue un error puntual, como se ve en el relevamiento fotográfico el problema se reitera en losas y vigas de otras partes del edificio, como documentan las fotos 3, 4 y 5.



Planta Estructura sobre 1° Piso  
Se indica con rojo ubicación de discontinuidad en la viga



**Análisis Crítico:**

La descoordinación entre la instalación eléctrica y la estructura de H.A crea durante la ejecución un debilitamiento grave en la viga.

En la resistencia de la viga de H.A incide tanto la cantidad de hormigón y la cuantía de acero, como la adherencia entre el acero y el hormigón.

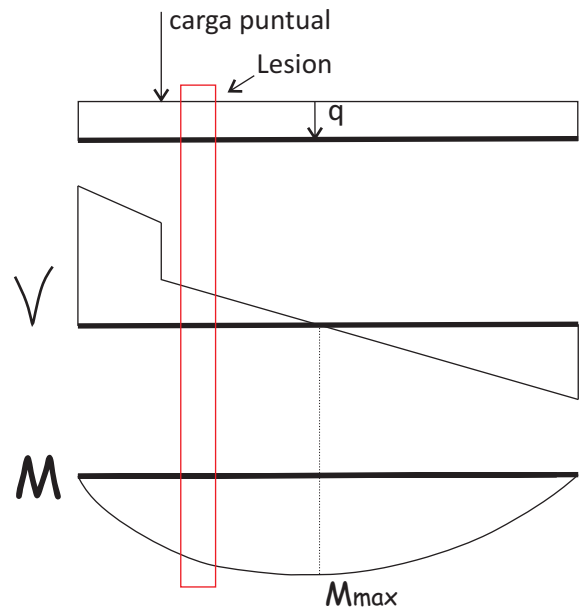
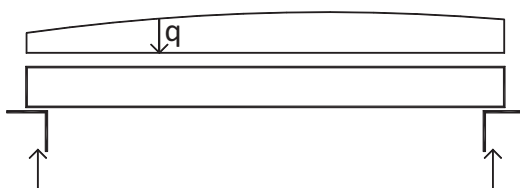
A continuación vemos un análisis de cada punto de la viga y como responde al Momento Flector ( $M$ ) y al Cortante ( $V$ ).

El esfuerzo cortante integra, junto al momento flector, el modelo de comportamiento de la flexión. Es la fuerza perpendicular al eje de la pieza que se transmite a través de la sección.

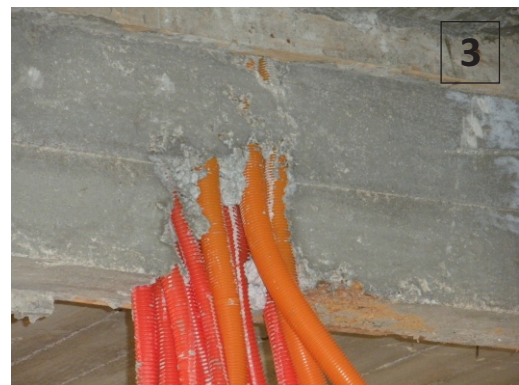
Observando los diagramas de ( $M$  y  $V$ ) la ausencia de hormigón en la sección impide la correcta transmisión de esfuerzos de tensión a través de la viga, dejando solo el trabajo a las varillas de acero tipo A.

En cada elemento de la sección existe un esfuerzo rasante, la que caracterizaremos por su valor actuando en la unidad de superficie.

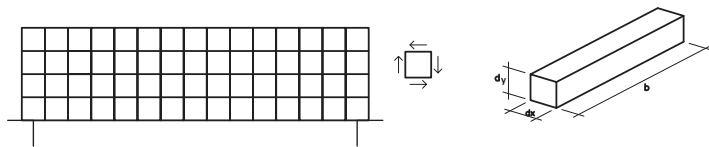
Las tensiones son perpendiculares a la sección (rasantes) y en el plano de la sección (cortantes). Si tomamos el modelo de deformación adjunto, y observamos una sección de ancho diferencial en verticales y horizontales podemos verificar la presencia de tensiones rasantes sobre la sup. de la sección.



Esquema de diagramas: Cortante y Momento del caso analizado.



Superponiendo los dos modelos <sup>1</sup>y<sup>2</sup>, se pueden determinar en las cuatro caras de contacto de cualquiera de ellos que, se producen tensiones de tracción (T) y compresión (C) simultáneas y oblicuas en un mismo punto, afectando toda la sección.



**Estudio por puntos de la viga**

El punto 1-3: Ubicado en el eje de simetría de la viga pertenece a la sección más solicitada por el momento flector y con cortante nulo.

Las caras verticales están comprimidas (1) y traccionadas (3) con el máximo valor que se produce en toda la viga. No existen tensiones rasantes por la doble razón de pertenecer a la cara superior (1) e inferior (3) y por ser nulo el valor del cortante.

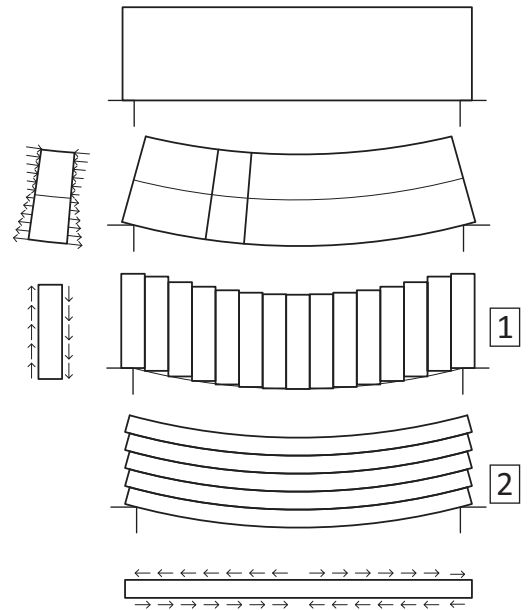
Los puntos 4-6: Por pertenecer a la sección de apoyo, de momento nulo, no están tensionados por el flector y por estar en las caras superior e inferior de la viga, las tensiones rasantes valen cero.

El punto 5: Está ubicado sobre el apoyo y en la línea neutra, el momento vale cero y el cortante es máximo.

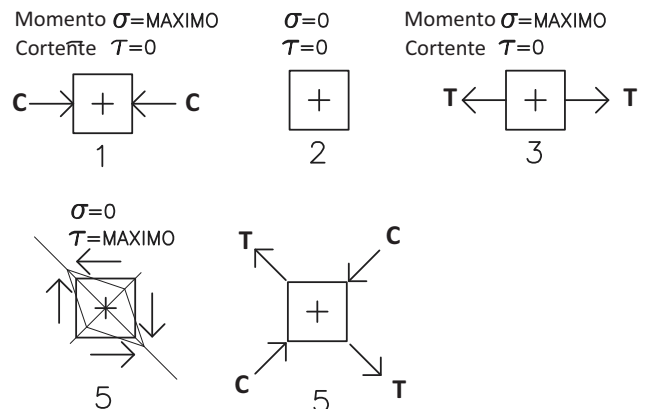
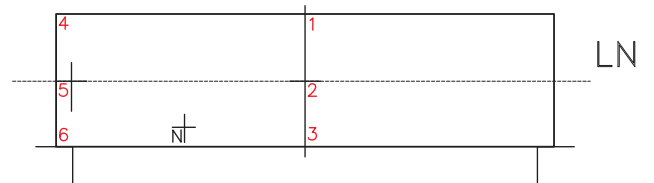
Sobre las caras verticales las tensiones normales son nulas, por la doble condición de que el momento vale cero y por estar ubicado sobre la línea neutra.

Las tensiones rasantes son máximas por estar ubicado en la sección de cortante máximo y sobre la línea neutra.

Estos esfuerzos actuantes sobre este volumen lo deforman según el dibujo, es decir que una diagonal se alarga, tracciona, y la otra se acorta, comprime.



$$\begin{aligned} \text{HORIZONTALES} &= \tau_H \cdot b \cdot dx \\ \text{VERTICALES} &= \tau_V \cdot b \cdot dy \\ \tau_H \cdot b \cdot dx \cdot dy &= \tau_V \cdot b \cdot dy \cdot dx \\ \tau_H &= \tau_V = \tau \end{aligned}$$





Si tomamos el estudio antes dicho de tensiones y vemos la compresión del hormigón con los esquemas adjuntos, se puede observar que en la zona afectada de la viga donde el hormigón es necesario para resistir esfuerzos, no se verifica. La viga queda totalmente cortada por las canalizaciones de eléctrica. Con la peligrosidad de llegar a ceder la viga, cuando se encuentre totalmente cargada.



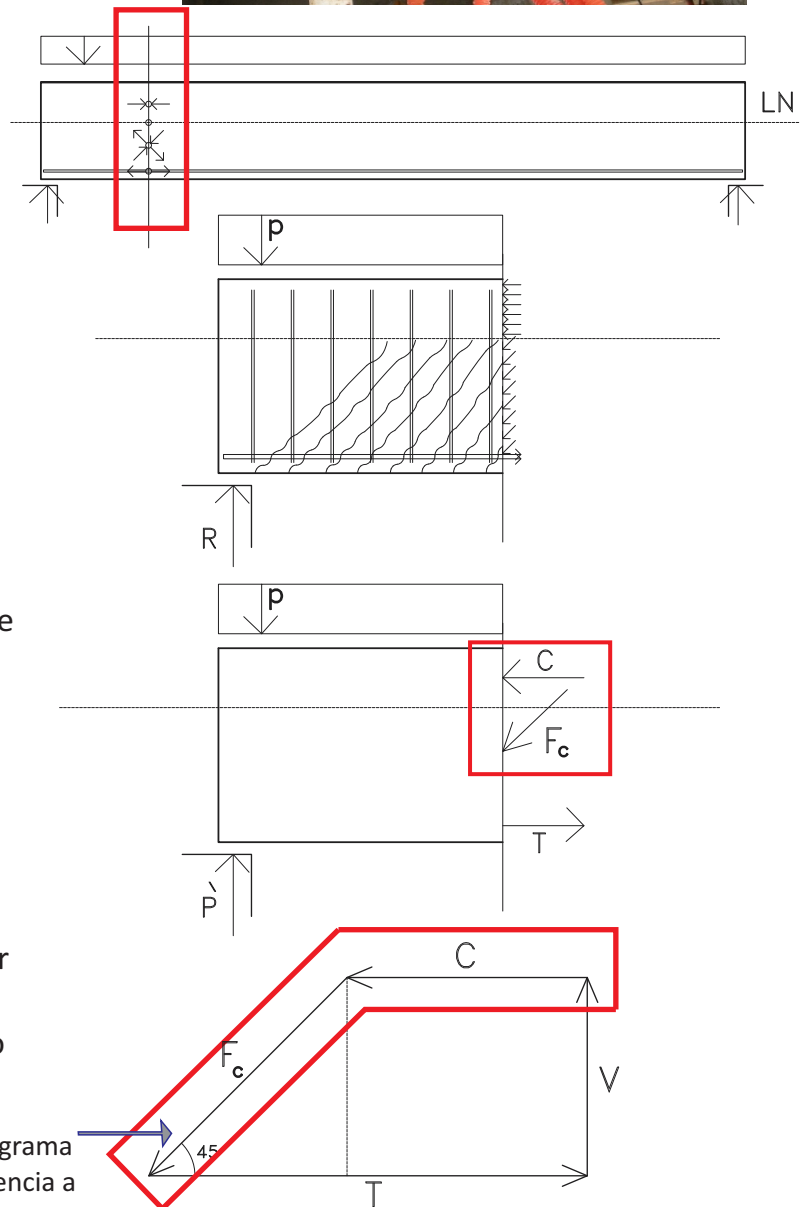
En la zona de estudio no se cumple:  
-La Resistencia al cortante del cordón comprimido.

En las piezas a flexión existe una zona superior a la que no llegan las fisuras, es el cordón comprimido, en esta zona aparecen tensiones rasantes que contribuyen a resistir el cortante. Esta resistencia depende de la capacidad del hormigón a tracción y por consiguiente también a compresión.

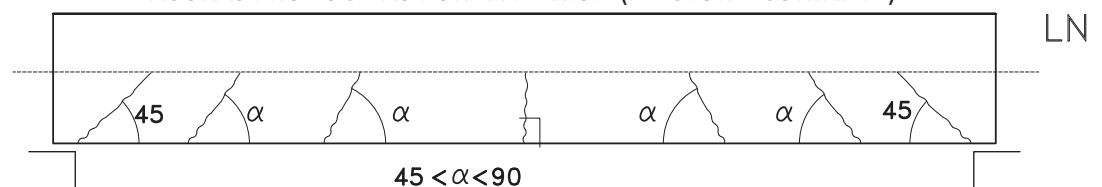
-Efecto de engrampamiento de áridos:  
La zona de hormigón entre dos fisuras de flexión son capaces de resistir un cierto esfuerzo al cortante, el engrampamiento cose entre si las dos caras de una fisura produciendo tensiones rasantes.

-Efecto arco.  
El cordón comprimido se inclina en las proximidades del apoyo, zona de máximo cortante, por lo que la compresión longitudinal en dicho cordón tiene una componente vertical que contribuye a resistir el cortante, transmitiendo al apoyo el esfuerzo, es decir, se forma en la viga un arco atirantado.

En este punto de la viga no se puede equilibrar el diagrama porque la carencia de hormigón imposibilita la resistencia a los esfuerzos de compresión del cordón superior.



FISURAS PRODUCIDAS POR LA FLEXIÓN (FLECTOR + CORTANTE)



**Adjudicación de responsabilidad:**

Las responsabilidades se pueden atribuir, principalmente a la ejecución en obra y a la falta de control e inspección del Arquitecto Director de obra, debido a que esta situación era previsible con la simple inspección ocular de los encofrados e instalaciones de eléctrica, previamente al llenado del hormigón.

También se puede destacar la falta de capacitación del electricista al disponer las canalizaciones de la forma que se realizó.

Por falta de recaudos gráficos no se puede evaluar si hay responsabilidades vinculadas a la elaboración del proyecto ejecutivo (error por mala especificación en las plantas de eléctrica).

**Reflexión - conclusión:** La lesión generada por la incorrecta distribución de canalizaciones imposibilita el llenado correcto de la pieza estructural, lo cual produce la inadecuada transmisión de cargas a través de la viga dejando solo el trabajo a las varillas de acero tipo A y seccionando todo el hormigón en ese punto.

Se deformará la pieza estructural de manera no prevista, generando fisuras/grietas en la propia viga y en los elementos estructurales vinculados a ella.

#### 4. - Conclusión.

En los ejemplos analizados, que provienen de proyectos de mediana y pequeña escala se generaron errores y se adjudica a la/las responsabilidades al proyecto y/o a la ejecución.

Hay dos casos (el 1 y el 3) a los que se adjudica un único responsable, siendo los otros tres (el 2, 4 y 5) adjudicados al proyecto y a la ejecución, con diferente incidencia relativa.

Observando la tabla de resumen elaborada, se concluye que hay 4 casos de los 5, donde hay responsabilidad del proyecto y en la mayoría de los casos con la mayor incidencia relativa (cuando hay otro responsable).

También en 4 casos de los 5 se adjudica responsabilidad a la ejecución.

Si bien del análisis efectuado no es válido extraer conclusiones que se puedan generalizar, se constata la tendencia que indican las gráficas que figuran en bibliografía especializada en la materia.

	Proyecto	Ejecución
Caso 1		●
Caso 2	●	○
Caso 3	●	
Caso 4	●	○
Caso 5	○	●

Adjudicación de responsabilidades en 5 casos reales (mayor incidencia relativa se expresa con círculo grisado).

Es recomendable que al diseñar un proyecto, el sistema sea comprendido perfectamente, estudiando las propiedades y límites, así como las previsiones que deben tenerse en cuenta de manera de evitar dificultades en la ejecución y lograr obtener resultados satisfactorios.

De surgir imprevistos, económicos o propios de la obra, se debe realizar un estudio de la viabilidad para determinar una solución para cada caso particular. Ninguna solución está libre de inconvenientes, por lo cual es necesario considerar todas las variables antes de tomar decisión de proyecto.

Utilizar materiales que trabajen de modo eficiente y una de las maneras de lograrlo es con un buen diseño, que debe brindar seguridad, es decir que sea estable y rígido.

Un conocimiento insuficiente de los materiales a utilizar y las deficiencias que surgen en la obra, traen aparejadas consecuencias importantes que se traducen en problemas patológicos constructivos y costos elevados que debe afrontar el usuario.

Un estudio de los procesos patológicos y de sus causas principales nos permitiría establecer un conjunto de medidas preventivas ya desde el momento del diseño, para evitar la aparición de procesos patológicos.

En la actualidad los plazos de ejecución de las edificaciones son muy ajustados y se intenta acelerar el proceso constructivo para acortar de forma significativa los tiempos de obra mediante sistemas alternativos. Es decir, se requiere un pensamiento integral que permite articular todos los factores que intervienen en un proyecto, de tal forma de lograr el objetivo deseado.

La complejidad constructiva de las edificaciones actuales es mayor que en el pasado.

Las exigencias derivadas del confort ambiental (aislamientos térmicos, acústicos, energéticos, etc.), la multiplicación de las instalaciones o la profusión de materiales constructivos son un ejemplo de ello.

Ésta continua aparición de nuevos materiales impide la consolidación de un conocimiento profundo sobre cada nuevo producto, pues cada uno es rápidamente remplazado por otros. Produciendo dificultades en el proceso constructivo donde el nivel de calidad de la mano de obra no está adaptada a la evolución de esa complejidad.

La figura del artesano tradicional prácticamente ya se ha extinguido, he incluso escasean los operarios especializados en oficios. Es decir, se detecta una importante falta de profesionalización en los agentes más directos de la ejecución.

Los planes de estudios para la formación en la arquitectura han relegado progresivamente la enseñanza de la vertiente técnica, en favor de una sobrevaloración de los aspectos estéticos de la actividad proyectual.

Con ello, nuestra formación en futuros Arquitectos se adapta cada vez menos a las necesidades reales en el campo de trabajo.

Esta formación debería incorporar conocimientos en Patología de la construcción. Conocer los errores que han cometido otros reduciría notablemente el número de fallos en proyectos futuros. Sin embargo, algunos proyectos se ensalzan convirtiéndose en ejemplos o referencias, mientras que los errores no se difunden, ni siquiera en los medios o publicaciones especializados.



**Bibliografía.**

- Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.
- "Lucha contra la Corrosión", S. Feliú y M. Morcillo.
- Cap. 18: Corrosión y degradación de materiales. En: Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales, Volumen 2. William D. Callister. Editorial Reverté, 1996. ISBN: 8429172548. Pág. 565.
- Cap. 22: Corrosión. En: Ingeniería electroquímica: información exhaustiva de la teoría y práctica de los procesos electroquímicos industriales de sus aplicaciones y productos. C.L. Mantell. Editorial Reverté, 1980. ISBN: 8429179402. Pág. 545.
- [http://es.wikibooks.org/wiki/Patología\\_de\\_la\\_edificación/Estructuras\\_metálicas/Acero/Problemática](http://es.wikibooks.org/wiki/Patología_de_la_edificación/Estructuras_metálicas/Acero/Problemática)
- [http://www.construmatica.com/construpedia/Pinturas\\_para\\_Superficies\\_Met%C3%A1licas](http://www.construmatica.com/construpedia/Pinturas_para_Superficies_Met%C3%A1licas)
- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>
- Material del Curso - Construcción 4.
- Material del Curso - Estabilidad de la construcción III.
- Material del Curso - Practica profesional de Obra.
- Material del Curso - Patologías Frecuentes en la construcción. Metodología para el diagnóstico.
- Manual del Supervisor de Obra BHU.
- Patología de cerramientos y acabados Arquitectónicos 2 - Nueva edición: Adaptada al Código Técnico de la Edificación.(Juan Monjo Carrió, Dr. Arquitecto) Edición año Abril 2010.
- <http://losasadesso.com/eps-cierre-termico.php>
- <http://blog.utp.edu.co/metalografia/2012/07/23/10-soldadura-10-1-procesos-de-soldadura/>
- [http://www.ull.es/view/institucional/bbtk/Citar\\_texto\\_APA/es](http://www.ull.es/view/institucional/bbtk/Citar_texto_APA/es)
- <http://www.cpau.org/ejercicio-profesional/etica-y-disciplina>
- <http://www.sau.org.uy>
- [http://www.farq.edu.uy/estructura/convenios\\_y\\_asesoramientos/construccion.html](http://www.farq.edu.uy/estructura/convenios_y_asesoramientos/construccion.html)
- <http://www.farq.edu.uy/convenios/>
- [http://www.sau.org.uy/pags/h\\_contratar.php](http://www.sau.org.uy/pags/h_contratar.php)
- [http://www.sau.org.uy/pags/h\\_proyecto-norma-unit.php](http://www.sau.org.uy/pags/h_proyecto-norma-unit.php)
- <http://agenda.universia.edu.uy/otras/2013/04/25/gestion-de-la-calidad-en-la-construccion>
- [http://www.unit.org.uy/acerca/calidad\\_construcc.php](http://www.unit.org.uy/acerca/calidad_construcc.php)
- <http://historico.elpais.com.uy/100829/pnacio-511619/nacional/Hay-36-escuelas-en-riesgo-edificio-solo-en-Montevideo/>
- <http://www.ligaconstruccion.org/>
- "La Calidad en la construcción civil y el Proyecto de edificios" Texto Técnico. E.P.U.S.P. Departamento de Ingeniería de Construcción Civil.- San Pablo-MELHADO, S./ Violani, M
- Gestión de la calidad en la Construcción - ING. ERNESTO KOLBERG
- [http://www.sau.org.uy/pags/h\\_proyecto-norma-unit.php](http://www.sau.org.uy/pags/h_proyecto-norma-unit.php).
- Vigueta y Bovedilla: Empresa TENSOLITE (Argentina)[www.tensolite.com.ar](http://www.tensolite.com.ar)
- <http://www.bottai.cl/frmlosas.htm>
- <http://www.vibosa.com.mx/Soporte-Tecnico/Losa-Incluida>
- <http://www.napresa.com.mx/CATALOGO/PREFABRICADOSDECONCRETO/VIGUETAYBOVEDILLADETALLES.aspx>
- 1999\_Fenómenos degresivos en edificios  
Cartillas de patologías en el sistema constructivo tradicional.  
Rubro: impermeabilizaciones.
- 1996\_Fenómenos degresivos en edificios  
Cartillas de patologías en el sistema constructivo tradicional.  
Rubros: fundaciones – estructuras de hormigón armado – muros – revoques.
- 1996-Fenómenos degresivos en edificios  
Introducción al análisis, evaluación y registro.