

## Capítulo

# IV

## INSTALACIÓN DE LA PISTA.

Una Pista de hielo es un espacio en el que el suelo es una gruesa capa de hielo. Generalmente son recintos cerrados habilitados para mantener éste hielo continuamente, sin embargo para los casos en donde son instaladas en espacios al aire libre, existen empresas especializadas que han sabido optimizar la tecnología frigorífica para poder mantener el hielo en optimas condiciones. De esa manera y gracias a la implantación de esas pistas de hielo móviles en centros comerciales y en las plazas de las ciudades, los deportes de hielo son difundidos y han originado más atención pública y cada vez más aficionados.

Para montar una pista de hielo, el primer requisito es tener un suelo plano, firme y nivelado. El suelo se cubre con lo que llamamos la manta frigorífica que esta constituida por una red de tuberías conectadas entre si, formando un circuito cerrado; llenado con una mezcla de anti-congelante y agua.

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA PISTA.

Para el desarrollo del proyecto es indispensable definir las dimensiones de la pista, para así poder definir la ubicación, tipo y capacidad del equipo a emplearse. En base a esto se asigna el lugar y la capacidad de las demás áreas.

Para la mayoría de las pistas se toma en cuenta una proporción de anchura-longitud igual a 1:2; de acuerdo esto las dimensiones de la pista a instalarse son de 30m x 60m. Sin embargo, diferentes proporciones son posibles.

Hay que tener en cuenta que al definir las medidas de la pista, la máquina de enfriado, deberá estar lo más cercano posible de la misma, debido a que así, el líquido refrigerante no perderá tanta energía en el trayecto que tiene que recorrer entre la máquina y la pista (véase anexo D). Es importante mencionar que al tratarse de un fluido (agua), la superficie en la cual se verterá dicho fluido, deberá estar completamente nivelada; es decir que no debemos tener ningún tipo de inclinación en ningún punto; esto como medida de seguridad para los usuarios; para ello es necesario realizar una nivelación del terreno antes de instalar la pista.

Para las demás áreas como son los casilleros de patines y el área de cambio de los mismos, la instalación comienza posterior a la pista, debido a la premura que exigen estos trabajos, con esto se pretende que las obras concluyan de manera simultánea. La figura 4.1 muestra a grandes rasgos el inicio y el fin de la instalación de la pista de hielo.

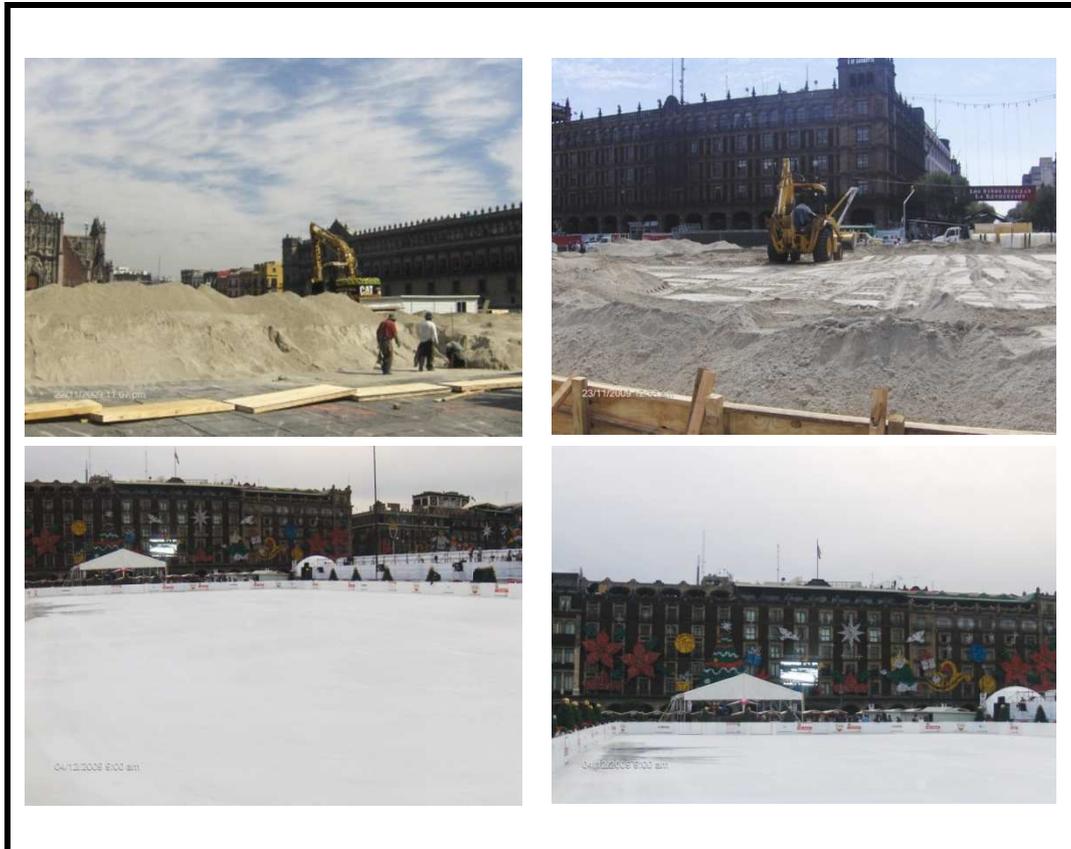


Figura 4.1 Instalación de pista de hielo (Información recabada 2009).

#### 4.1.1 SELECCIÓN DE MATERIALES.

##### *Arena.*

En general la arena empleada se compone de tierra continental; en las costas no tropicales, encontramos la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico-químicas. Dichas propiedades derivan, principalmente de que son partículas extremadamente pequeñas (inferior a 2mm). Es decir el volumen de un grano de arena de cuarzo, de un diámetro de 0,06 mm (el límite inferior), es  $2,51 \times 10^{-10} \text{ m}^3$  con una masa de  $6,66 \times 10^{-4} \text{ g}$  (0,67 mg). En el límite superior, el volumen y la masa de un grano de arena con diámetro de 2,10 mm son  $8,80 \times 10^{-9} \text{ m}^3$  y  $2,33 \times 10^{-2} \text{ g}$  (23 mg).

Las razones por las cuales se emplea arena para la construcción de este tipo de proyectos, es la capacidad de absorción que tiene, esto debido a que pueden absorber agua u otras moléculas. La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad), y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la

arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato). La capacidad de adsorción se expresa en porcentaje con respecto a la masa y depende, para una misma arena, de la sustancia de que se trate. La absorción de agua puede ser mayor del 100% con respecto al peso. Otra de las razones por las cuales es utilizada es la capacidad de funcionar como aislante térmico ya que por las características ya antes mencionadas la transferencia térmica es menor que si se empleara otro tipo de material. En la figura 4.2 se ilustra la arena empleada para la construcción de la pista.



Figura 4.2 Arena utilizada en la construcción de la pista de hielo (Información recabada 2009).

### *Agua.*

El tema del agua puede ser bastante delicado; para asegurar que se tenga la cantidad de agua suficiente, alrededor de 144000 litros de agua, es necesario llenar depósitos de almacenaje, El llenado se realiza por medio de una pipa proporcionada por el departamento de aguas del G.D.F., la cual es conectada a una red de tuberías que llega a los depósitos, después se necesita contar con una manguera con una boca reguladora para regar el suelo frigorífico, para este caso se cuentan con bombas las cuales transportaran el fluido para conseguir así la capa de hielo deseada. La figura 4.3 muestra la red de tuberías y los contenedores instalados en la plancha del zócalo.

Durante el servicio de la pista de hielo, es necesario que se rellenen los contenedores una vez más esto debido al desgaste que sufre la pista, Una vez terminado el evento, la pista es descongelada. El agua es removida con camiones tipo vector y transportada para su reciclaje.

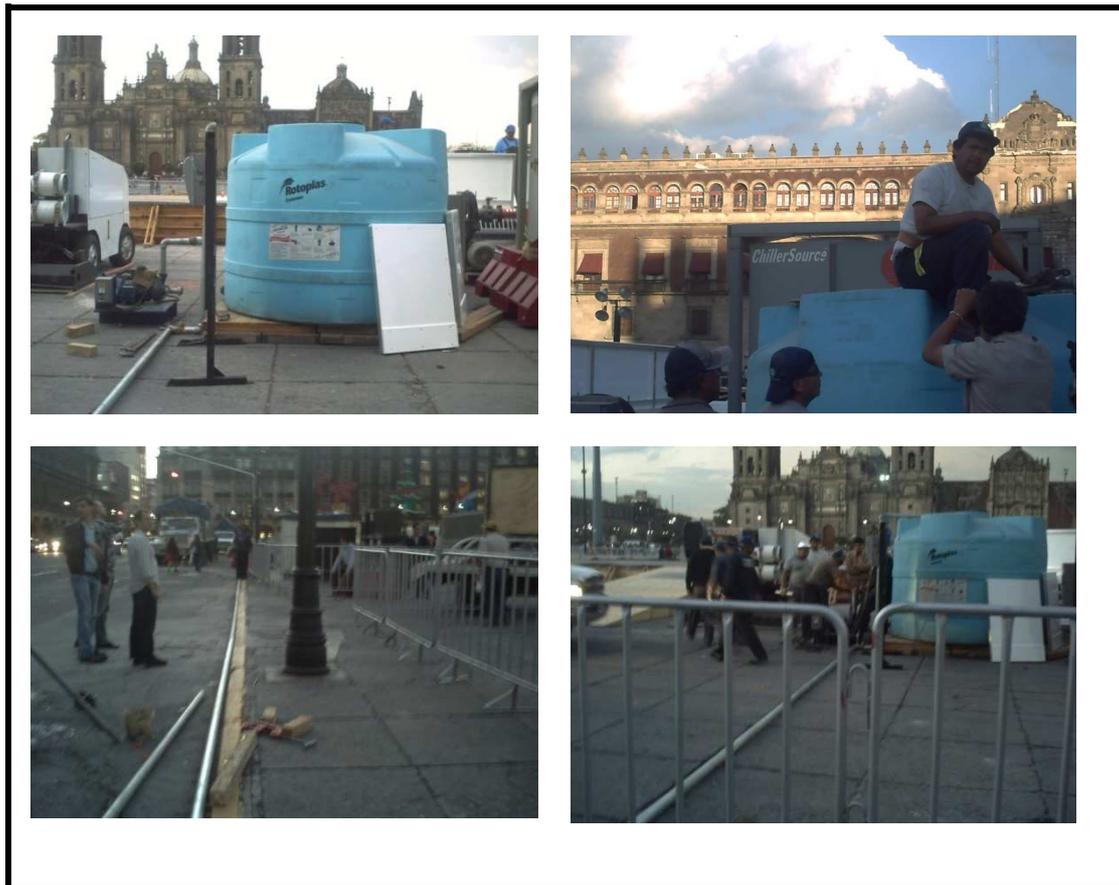


Figura 4.3 Red de contenedores de agua (Información recabada 2009).

*Refrigerante.*

Para congelar el suelo frigorífico, se utiliza el anti-congelante glicol de propileno, (Propylen Glicolio), El glicol de propileno es un líquido transparente, incoloro de consistencia espesa a temperatura ambiente. En el aire puede existir en forma de vapor, aunque se debe agitar enérgicamente para que llegue a ese estado. El glicol de propileno practicamente no tiene olor ni sabor, se usa para fabricar soluciones anticongelantes ya que se considera una sustancia súper fría debido a que su punto de fusión puede ser menor a los  $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Véase la figura 4.4, tambos contenedores de glicol.



Figura 4.4 Tambos contenedores de glicol para pista de hielo (Información recabada 2009).

### 4.1.2 SELECCIÓN DEL EQUIPO.

*Zamboni.*

Debido al constante uso de la pista, el hielo esta constantemente siendo cortado y picado, por ello es importante darle mantenimiento a la pista y esto se logra mediante una maquina de pavimentación de hielo. Antes de que las máquinas de renovación de hielo firme existieran, las pistas de hielo se regeneraban de forma manual, utilizando raspadores, toallas, y una manguera de agua. La regeneración de hielo de una pista de gran tamaño llevaba mucho tiempo y se necesitaba de una gran cantidad de mano de obra intensiva. En la década de 1940, Frank Zamboni empezó a experimentar con la construcción de máquinas que afeita, raspa, lava y rasqueta la superficie del hielo de una sola vez antes de poner una nueva capa de agua.



Figura 4.5 Zamboni utilizado en Pista de hielo (Información recabada 2009).

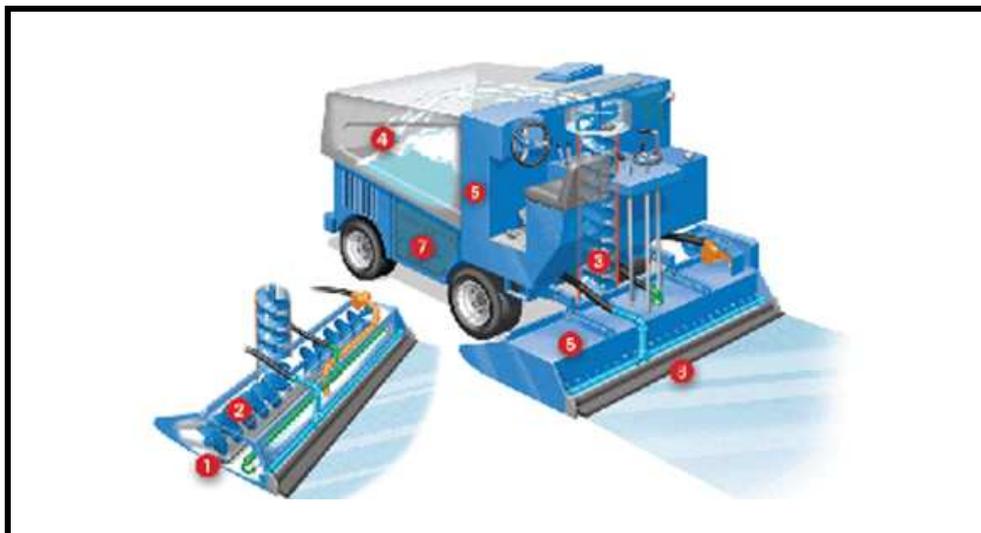


Figura 4.6 Diagrama de carro tipo Zamboni (<http://greenvillerec.com>).

La mayoría de las máquinas de hielo rejuvenecimiento tienen una velocidad máxima de 9 a 10 mph (14 a 16 km / h) y pesan entre (5.000 y 6.000) libras 2.300 a 2.700 kg. En la figura 4.5 se muestra el diagrama de sus componentes y su funcionamiento.

1) Hoja para rasurar: Es una hoja que tiene (779 pulgadas de largo y  $\frac{1}{2}$ ) pulgada de gruesa; La hoja es capaz de raspar la superficie de hielo desde 1/16-pulgada a 1/8-pulgada, corre por todo el ancho de la máquina y semeja a una hoja de afeitar. La cantidad de hielo retirado depende de las condiciones de hielo. Cuanto más rugosa sea la superficie del hielo (es decir, cuanto mas haya tenido), los recortes de la hoja deberán ser más profundos.

2) Tornillo rotativo, o taladro: Se encuentra justo por encima de la hoja de rasurar. La barrena reúne el hielo raspado, o la nieve y lo hace girar hasta un sin fin vertical.

3) Sinfín vertical: Transporta la nieve hacia arriba hasta una cuchilla giratoria, que recoge la nieve y la deposita dentro del cubo.

4) Cubo: Este puede tener la capacidad de almacenar hasta 1180 kilos (1136 litros) de nieve.

5) Tanque de lavado: A medida que la maquina de repavimentación avanza sobre el hielo, la hoja de raspar desprende capas del mismo, las cuales se depositan en cubo y a su vez pasan al tanque de lavado con forme se evapora, para ser bombeada hacia el limpiador.

6) Acondicionador: En este lugar se “enjuaga el hielo”, el agua sucia es aspirada con una escobilla de goma; se filtra y se devuelve al tanque.

7) Tanque de fabricación de hielo: aquí es donde se almacena el agua limpia que proviene del acondicionador.

8) Toalla: Está localizada tras el acondicionador y su función es la de distribuir de manera uniforme el hielo el cual proviene de una tubería.

Cabe mencionar que el agua caliente afloja la estructura cristalina del hielo; por lo que al combinarse forman un vínculo solido, en lugar de una capa de fácil rompimiento. De tal forma que el último paso es bombear agua precalentada y posteriormente pasar una segunda vez con la maquina de repavimentación para obtener una capa homogénea de hielo. Finalmente la máquina es llevada a un depósito en donde se vierte la nieve.

#### *Unidad refrigeradora.*

Una unidad refrigeradora es empleada para enfriar un líquido, como un sistema de expansión directa, mediante el intercambio térmico, o bien, calienta o enfría. En la figura 4.6 se ilustra el modo de operación de una unidad refrigeradora.

La unidad refrigeradora tiene como característica principal:

- Mantener el líquido refrigerado cuando funciona en función frío.
- Mantener el líquido caliente en función bomba de calor.

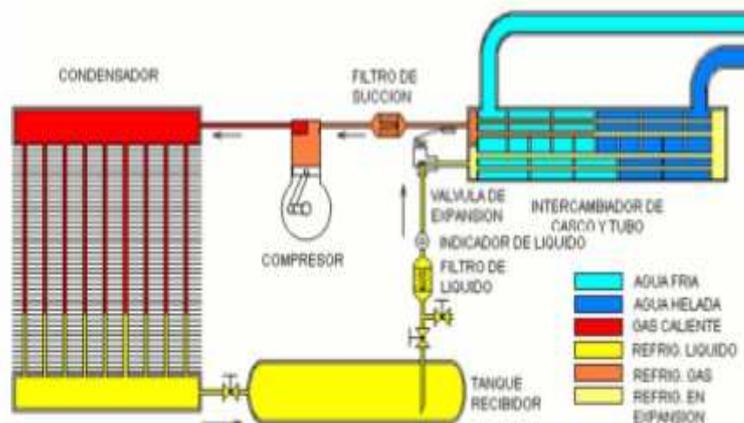
La idea consiste en extraer el calor generado en un proceso por contacto con agua a una temperatura menor a la que el proceso finalmente debe quedar. Así, el proceso cede

calor bajando su temperatura y el agua, durante el paso por el proceso, la eleva. El agua ahora "caliente" retorna a la unidad refrigeradora, adonde nuevamente se reduce su temperatura para ser enviada nuevamente al proceso.

La unida refrigeradora es un sistema completo de refrigeración que incluye un compresor, un condensador, evaporador, válvula de expansión (evaporación), refrigerante y tuberías, además de bomba de impulsión de agua.

El agua se puede enfriar a temperaturas finales que alcanzan los 20 °C o inclusive temperaturas negativas con la adición de anticongelantes, como por ejemplo -20 °C (20 °C bajo cero).

**Unidad refrigeradora.**



**Ciclo de la unidad refrigeradora.**

Figura 4.7 Diagrama de unidad refrigeradora y ciclo de refrigeración. (<http://www.trane.com>).

*Equipo eléctrico.*

Depende de la dimensión de la pista y en que zona geográfica sea montada. Hay que tener en cuenta que la potencia eléctrica máxima, carga cuando la máquina está funcionando a plena potencia durante las primeras 24 horas, haciendo las primeras capas de hielo. Un dato interesante: se requiere tanta energía para transformar agua a 0 °C en hielo, como para calentar la misma agua desde 0 a 80 °C. Una vez conseguida la capa de hielo, el consumo eléctrico se reduce considerablemente cuando la máquina solo debe mantener la capa de hielo existente y variará según la temperatura ambiental. Una vez decidida la dimensión de la pista y su ubicación, se determinan los requerimientos de energía necesaria para su buen funcionamiento, así como la ubicación y capacidad de los tableros de distribución, protecciones y líneas. Véase figura 4.8.



Figura 4.8 Equipo eléctrico empleado en la pista de hielo (Información recabada 2009).

**4.1.3 PROCESO DE MONTAJE.**

Para la nivelación del terreno fue necesario utilizar arena para la fabricación de una plancha de 2079 m<sup>2</sup> sobre la cual posteriormente se instalaría la pista. Esta plancha es nivelada cuidadosamente además debe tener la capacidad de soportar 300 kg/m<sup>2</sup>. La figura 4.9 ilustra el proceso de nivelación del terreno con arena.



Figura 4.9 Proceso del montaje de la plancha de arena (Información recabada 2009).

Una vez instalada la plancha de arena se procede a la instalación del serpentín por donde se transportara el líquido refrigerante en forma cíclica y el cual se empleará para congelar el agua. En la figura 4.9 se muestra el proceso de instalación del serpentín de refrigeración.

El serpentín consta de numerosos paneles los cuales se interconectan entre si cubriendo toda la superficie del terreno, formando el ciclo de recirculación. Estos serpentines son puestos encima de una cama de polietileno que sirve para tener una base para realizar el llenado así como también funge como aislante térmico, al concluir el tendido de los tubos refrigerantes, se delimitan las áreas con la barandilla para proceder al llenado de la pista con un sistema de bombeo.

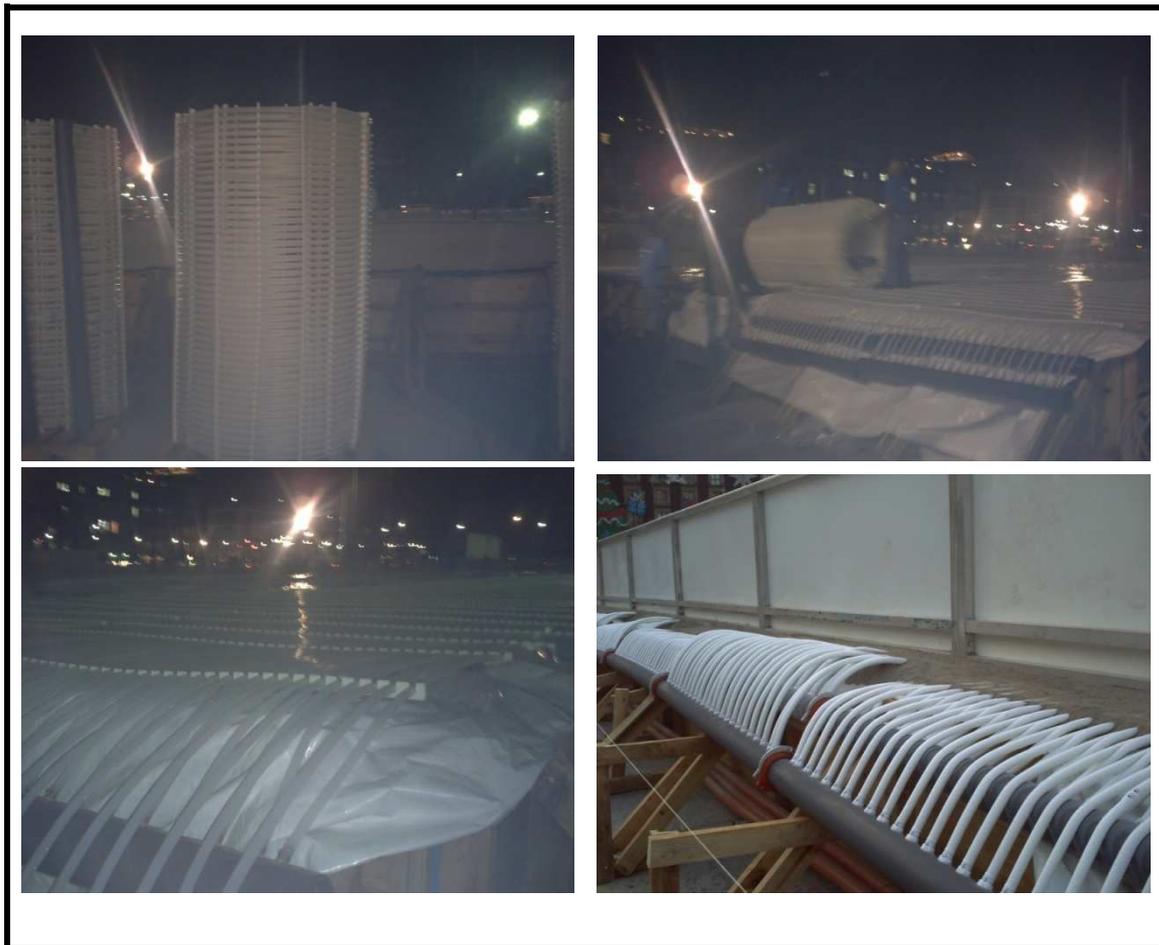


Figura 4.10 Instalación del Serpentín para el ciclo de refrigeración (Información recabada 2009).

#### 4.1.4 PROCESO DE CONGELACIÓN.

El llenado se realiza con agua, es importante mencionar que la cantidad de agua necesaria, se basa, en que por cada  $10 \text{ m}^2$  se necesitan en promedio unos 800 litros de agua; por lo tanto necesitamos 144000 litros de agua. La cantidad de agua se vierte en diferentes etapas para que esta pueda ser congelada con la menor cantidad de energía posible y así poder completar el grosor necesario de mas o menos 8 cm, esto por que, un grosor mucho más fino provoca fracturas y un grosor más grueso exigiría más energía de la máquina de congelación.

El proceso de generar la capa de hielo depende, en gran medida de las condiciones meteorológicas del momento y puede variar entre dos y tres días, después de este tiempo se garantiza que el fluido se encuentre en estado solido y mantenga su temperatura de  $0^\circ \text{ C.}$ , con una tolerancia de  $+ 5^\circ \text{ C.}$  Durante el proceso y posterior al mismo la temperatura del refrigerante esta siendo censada continuamente para mantener una temperatura constante. Véase figura 4.11 donde se muestra el proceso de congelación de la pista.

Una vez que ya se consiguió la capa de hielo deseada es necesario re nivelarla, para esta tarea se emplea una recortadora de hielo conocida como Zamboni.

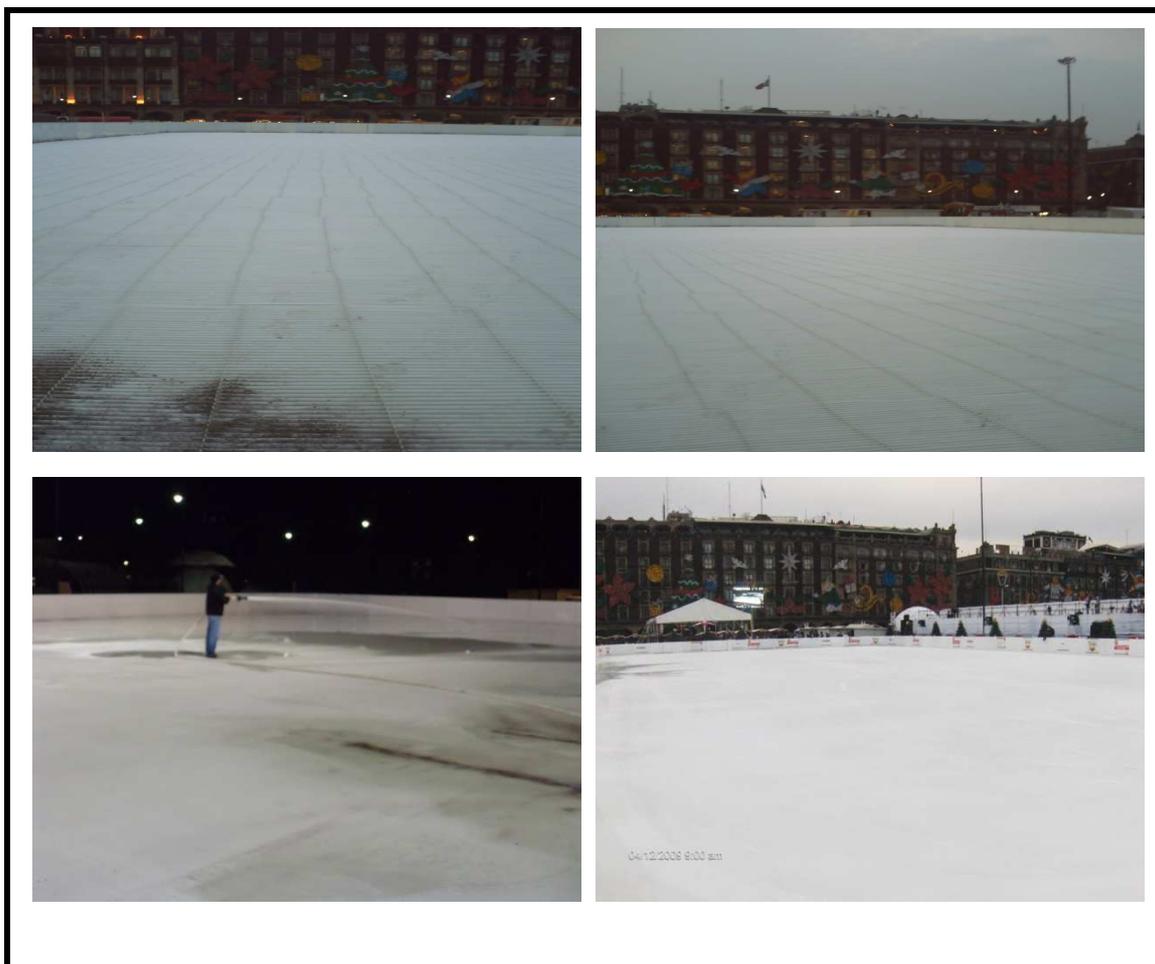


Figura 4.11 Proceso de congelación (información recabada 2009)